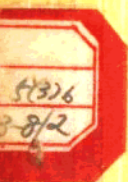


苏联农业技术学校用书

測量学

下 册

H. A. 納札洛夫 著



測 繪 出 版 社

苏联农业技术学校用书

测 量 学

测绘出版社

1960·北京

Н. А. НАЗАРОВ

ГЕОДЕЗИЯ

СЕЛЬХОЗГИЗ

Москва—1954

本書系根據蘇聯國立農業書籍出版社出版的 Н. А. 納札洛夫著“測量學”1954年第三版修訂本譯出。原書根據蘇聯農業部批准的測量學教學大綱編寫的，作為土地整理的農業技術學校學生的教科書。

原書共分四部分：角度觀測、幾何水準測量、地形測量、誤差理論與平差；低級控制的建立；土地整理設計時的測量工作。

譯本分上、中、下三冊出版。本冊即為原書第三、四部分，內容包括：導線測量、解析網、圓方位角的測定、正形平面直角坐標、土地整理設計時準備階段的測量工作、技術設計、放樣等。

本書可作為中等技術學校和高等學校之測量學的教學和參考用書，亦可供實際作業員參考。

本書由郭適瑜、姜美鑫、徐慶榮、方萬傳、陸國勝、程遠精等同志譯出，賴云桃同志校訂。

測 量 學

下 冊

著 者	Н. А. 納 札 洛 夫
譯 者	郭 適 瑜 等
出 版 者	測 繪 精 出 版 社

北京西便門大街地質部內

北京市書刊出版登記證出字第081號

發 行 所	新 華 書 店 科 技 發 行 所
經 售 者	各 地 新 華 書 店
印 刷 者	北 京 市 印 刷 一 廠

北京西便門大街13號

印數(京) 1—2203 冊

1950年7月北京第1版

開本 850×1168 毫米

1960年7月第1次印刷

字數 478,000

印張 74 插頁

定價 (10) 1.10 元

目 录

第三部分 低級控制的建立

第一篇 导線測量

第一章 导線的敷設	9
§ 1. 概論	9
§ 2. 初步计划的拟制。踏勘	12
§ 3. 边長丈量。容許誤差計算的概念	15
§ 4. 尺子的檢定	21
§ 5. 在木樁上固定測綫法丈量直綫	22
§ 6. 觀差角法丈量边長	23
§ 7. 角度觀測誤差和容許誤差的概念	26
§ 8. 复測法	31
§ 9. 三联脚架法	34
§ 10. 光学經緯儀	35
§ 11. 导綫点的水准測量	37
§ 12. 觀測成果的整理	40
第二章 单独点子的坐标測定(与控制点連結)	41
§ 13. 概論	41
§ 14. 將坐标傳遞到地面上	42
§ 15. 前方交会	43
§ 16. 側方交会	47
§ 17. 直接根据觀測角解算前方交会	48
§ 18. 后方交会	50
§ 19. 兩点問題	57

第二篇 解 析 網

第一章 总論	60
§ 20. 解析網的用途及种类	60

§ 21. 三角網的形式	60
§ 22. 求距边、求距角、中間边、中間角及其表示符号	61
§ 23. 三角形边長計算	62
§ 24. 三角網計算边的精度	63
§ 25. 三角形的最佳圖形	64
§ 26. 網的設計	65
§ 27. 網的踏勘	67
§ 28. 点子的标誌及固定	68
第二章 基綫丈量	69
§ 29. 分划式卷尺	69
§ 30. 用分划式卷尺丈量直綫的概念	70
§ 31. 基綫丈量	71
§ 32. 用标准尺檢定鋼卷尺	72
§ 33. 基綫丈量手簿	73
§ 34. 基綫長度計算	73
第三章 角度观测	75
§ 35. 水平角观测的仪器及方法	75
§ 36. 全圆测回法	76
§ 37. 测站归心計算	78
§ 38. 测站归心	80
§ 39. 觇标归心	84
§ 40. 归心元素的測定	84
§ 41. 三角形边長的初步計算	87
§ 42. 测站归心及觇标归心計算	88
§ 43. 归化后方向表	89
§ 44. 豎直角观测	90
§ 45. 外業資料的檢查及初步整理	91
第四章 最簡單網形的平差	92
§ 46. 一般概念	92
§ 47. 已知角間的三角鎖	93
§ 48. 圓形条件	94

§ 49. 总和条件	95
§ 50. 边长条件 (基线条件)	95
§ 51. 最小二乘法的概念 (按条件观测法平差)	96
§ 52. 角度间三角锁的简化平差	98
§ 53. 中点多边形	102
§ 54. 大地四边形	103
§ 55. 两条基线之间的三角锁	106
§ 56. 方向角条件	107
§ 57. 在高级三角网两条坚强边间的三角锁。坐标条件	109
§ 58. 两坚强点间的三角锁	111
§ 59. 两组平差的概念。标准公式	115
§ 60. 高程的平差	118
§ 61. 数字计算及凑整的规则	119
§ 62. 计算成果的整理	121

第三篇 真方位角的测定

第一章 球面天文学的概念。时间及其测定	122
§ 63. 测量学和天文学的关系	122
§ 64. 天体概述	122
§ 65. 天球。天轴。天极	123
§ 66. 天球赤道; 赤纬圈	124
§ 67. 天球地平圈, 天顶, 天底, 垂直圈。子午圈。天体的中天	125
§ 68. 黄道	126
§ 69. 天轴和地平圈的关系	127
§ 70. 天球坐标	127
§ 71. 以时间表示赤经和时角。时间和弧的换算	130
§ 72. 恒星时	130
§ 73. 赤经、时角和恒星时之间的相互关系	130
§ 74. 真太阳时和平太阳时	131
§ 75. 回归年。平时和恒星时之间的关系	132

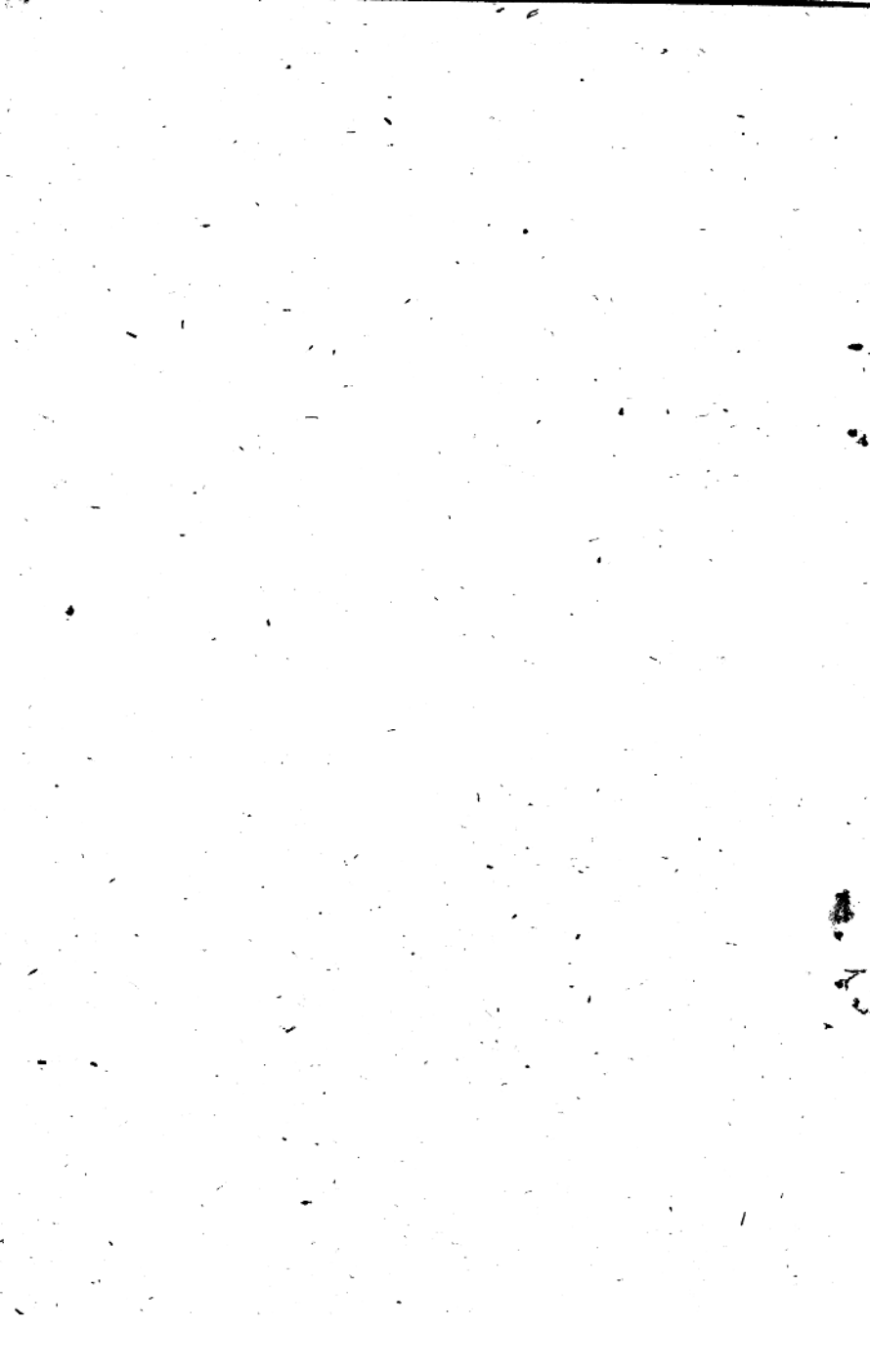
§ 76. 地方时	133
§ 77. 标准时 (区域时, 民用时)	133
第二章 球面三角学的知識	135
§ 78. 球面三角形	135
§ 79. 球面三角形之边和角的特性. 球面角超	135
§ 80. 根据三条边解算球面三角形的公式	136
§ 81. 球面直角三角形中的相互关系	137
第三章 观测卯酉圈附近太陽的天頂距以确定真方位角	138
§ 82. 方法的理論	138
§ 83. 观测的时间	140
§ 84. 观测的进行	142
§ 85. 按历表查取太陽的赤緯	143
§ 86. 手簿的整理	145
§ 87. 天文折光差. 方位角的計算	146
§ 88. 根据太陽测定方位角的精度	146
第四章 根据北極星测定真方位角	147
§ 89. 大熊星座, 小熊星座和仙后星座	147
§ 90. 方法的原理	148
§ 91. 观测的进行	151
§ 92. 計算	153

第四篇 正形平面直角坐标

第一章 概論和应用	154
§ 93. 大地球体. 地球橢圓体及其主要的綫和面	154
§ 94. 平面圖和地圖. 地圖投影的概念	156
§ 95. 橫軸圓柱投影	167
§ 96. 正形橫軸圓柱投影	161
§ 97. 距离的平面归化	162
§ 98. 方向改化和角度改化. 球面角超的計算	163
§ 99. 地理坐标換算到平面坐标的概念	166
§ 100. 正形平面直角坐标的計算方案	169

第四部分 土地整理設計时的測量工作

第一章 准备阶段的測量工作	171
§ 1. 概論	171
§ 2. 設計資料的形式和評定	171
§ 3. 設計資料的修正	172
§ 4. 农作物的測量和以前作物圖的編繪	173
§ 5. 土地使用边界的恢复	174
§ 6. 平面圖上地形的描繪	177
§ 7. 拼圖	177
第二章 技术設計	180
§ 8. 地区設計的总則	180
§ 9. 設計的方法及其应用条件	182
§ 10. 技术設計的两个基本形式	182
§ 11. 三角形法的圖解設計	183
§ 12. 梯形法的圖解設計	185
§ 13. 一个区域内一系列地段的設計	187
§ 14. 三角形法的解析設計	190
§ 15. 梯形法的解析設計	191
§ 16. 用折綫設計	193
§ 17. 用各种方法設計精度的比較	193
第三章 放样	196
§ 18. 放样的要点	196
§ 19. 准备工作。作業圖	196
§ 20. 卷尺量距法	197
§ 21. 測角仪器法	198
§ 22. 在已知直綫的方向上安置經緯仪	199
§ 23. 用圖解法放样	200
§ 24. 設計地区的面积修正	201
附录	202



第三部分 低級控制的建立

第一篇 導綫測量

第一章 導綫的敷設

§ 1. 概論 導綫測量(見第二部分 §58)既可应用于建立基本大地控制点(全国性導綫測量),也可应用来作为圖根控制(为了加密基本控制点)。

建立全国性導綫網,在專門課程中研究。此处主要只介紹建立圖根控制的導綫測量方法。

建立圖根控制所用導綫測量方法常常簡称为敷設經緯仪導綫。同时根据精度,經緯仪導綫可分为高精度導綫和普通導綫。这种普通導綫即第一部分所敘述的導綫(工程精度的經緯仪導綫)。有时候,也用導綫測量的等級来表示精度的区别。例如,在“农村居民点地形測量細則”(建筑專業委员会,1948年莫斯科)中將導綫測量分为二等和三等,此外,还規定了經緯仪導綫形式的測圖控制。

導綫可以敷設成在两个基本大地控制点間的单独導綫,或者以基本大地控制点为依据的有结点的導綫網,或者包含有基本大地控制点的許多鄰接的閉合多边形網。假如在一測区内沒有基本大地控制点,則導綫必須与这离測区二、三公里以內的最近基本大地控制点連接。如果这样做也不可能的話,那末应建立独立導綫網,为了導綫的定向,至少要在測区两个地方进行眞方位角的測定,而起始点的坐标可以根据測区現有的最大比例尺地圖近似地

求得。

导线应尽可能为直伸的，即使导线边之间的角度要接近于 180° 。这样的导线只需要最少的观测工作量，并能获得较高的精度。如果根据地区条件导线总方向必须转折，则转折点应作为结点。

导线必须沿着便于直线丈量和角度观测的地区来敷设，即沿着道路或其近旁、沿着河谷，以及一般沿着平坦而开阔的地区，不需要砍出林间小道和从草丘及灌木丛等清出线路之处来敷设。在森林中敷设导线必须尽可能利用已有的林间小道。

如果导线必须通过陡峭的山谷、河流或一般不便直接丈量的地方，那末导线的相应边即作为不能直接丈量的距离来测定。为此，就地建立三角形，三角形的一个边乃是导线边。在三角形中量测基线 a （图272）和所有三个角 1、2、3。三角形应尽可能近似于等边三角形，并且在任何情况下，基线所对的角不应小于 30° 。为了校核，应该建立两个相连的三角形（图273，274），而且基线所对的角可以允许稍小于 30° 。在这种情况下，两次测得欲求边的距离，取其算术平均值作为最后的边长。

导线边不宜取得过短，众所周知，当边短时观测角度的精度较低（仪器和标杆的对中误差影响增大）。最小的容许边长与所要求的精度有关，一般取 100—200 米，仅在最特殊的情况下才允许取 40—50 米的边长。导线边彼此应尽可能相等，这点也很重要，使得沿着这些边照准时

不需要改变望远镜的对光，因为改变望远镜的对光也影响角度观测的精度。

导线的总长与所规定的精度有关，而精度又关系到测图的比例尺。

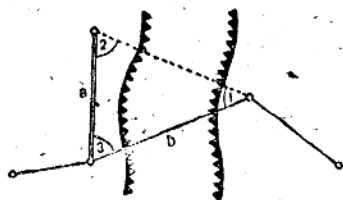


图 272. 不能直接丈量的距离

苏联测绘总局在 1950 年的“1:5000、1:2000 比例尺航空摄影和平板仪测量基本技术要求”规定出平差后图根控制点位置在图上对起始点的极限误差：在开阔地区为 0.2 毫米；在森林地区为 0.4 毫米。这个与测图的比例尺有关的误差可以有不同的 M 值：

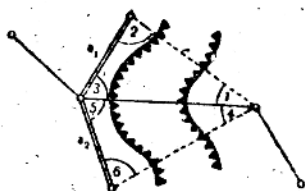


圖 273. 具有两个三角形的不能直接丈量之距离

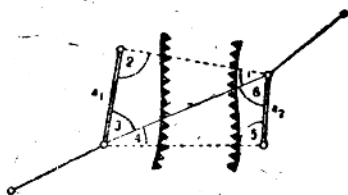


圖 274. 具有两个三角形的不能直接丈量之距离

比例尺为 1:10 000 $M=2$ 米

比例尺为 1:5000 $M=1$ 米

比例尺为 1:2000 $M=0.4$ 米

导线的总长用 L 表示，其极限相对闭合差用 $\frac{1}{T}$ 表示。对于全长绝对闭合差 f 为：

$$f = \frac{L}{T}$$

$$L = f \times T$$

考虑到闭合差 f 乃是点位的最大误差，根据此式很容易求出导线的长度。例如，在极限相对闭合差为 $\frac{1}{4000}$ 时，得：

比例尺为 1:10,000 $L=8$ 公里

比例尺为 1:5000 $L=4$ 公里

比例尺为 1:2000 $L=1.6$ 公里

显然, T 值愈大 (观测精度愈高), 导线可以愈长。

实际上, 导线长度可以取得稍微大于上列的数值, 这是考虑到平差后点位的精度多少有些调整并且在最危险地方 (导线中间) 的精度提高了。

当土地整理时, 例如对于国营农场、集体农庄的内部经营之土地整理, 以及为乡村居民点、国营农场的庄园和机器拖拉机站的布置和整理而进行测图时, 都采取建立导线网。所有这些测图都是以大比例尺 (1:5000, 1:2000) 进行的。农业部土地整理及轮种总局曾出版了相应的规范 (“1:5000 和 1:2000 比例尺土地测量规范”, 莫斯科, 1949年)。务必用经纬仪导线沿土地使用的界限连成导线网, 如果导线网是独立的, 则按独立的坐标系统计算。

根据1949年的“规范”对于 1:2000 比例尺而面积不到 200 公顷和 1:5000 比例尺而面积不到 500 公顷的测区之图根控制, 敷设极限相对闭合差为 $\frac{1}{2000}$ 的工程精度经纬仪导线, 而且导线的最大长度 (结点之间), 比例尺为 1:2000 时取 1.5 公里, 比例尺为 1:5000 时取 3 公里。对于 1:2000 比例尺而面积为 200 到 1000 公顷和 1:5000 比例尺而面积为 500 到 2500 公顷的测区之图根控制, 敷设高精度经纬仪导线, 其极限相对闭合差为 $\frac{1}{4000}$ 。结点间的导线最大长度, 对于 1:2000 比例尺取 3 公里, 对于 1:5000 比例尺取 5 公里。

平板仪测量时图根控制点的密度, 1950年的“基本技术要求”中规定在测图板上不得少于 30 到 40 点。

各点必须尽可能均匀地分布在整個测区。

§ 2. 初步计划的拟制。踏勘 外业工作进行之前必须根据测区上现有地图资料研究这个要敷设导线的测区, 并收集测区内现有的全部高级控制点的数字资料。最后必须以尽可能大的比例尺编制敷设导线地区的总的地图, 并考虑在上一节所述的导线

形式、边長等等，而在圖上繪出敷設導綫的計劃。

拟制初步計劃之后，即进行野外踏勘。在这时候檢查和确定所拟初步計劃的正确性，最后考虑到从導綫的每一点到兩相鄰点要有良好的通視，而結点向所有的鄰点都要有良好的通視来选择導綫点的位置。同时也要考虑对于直綫丈量及建立标誌最有利的地区(坚硬土壤、干燥地区、路边)。这一点也很重要，即所有选定的点在地面上都是明显的，使得以后容易找到它們。

在打算把導綫連系于高級控制点上的地区，需要調查高級控制点上中心标石的状态以及与相鄰控制点的通視情况。如果在連系的点上不能安置仪器，在这种情况下就要在地面上进行坐标的傳遞。

踏勘时也要拟定为測定不可到达的距离用的三角形及选择相应的基綫。

在測圖时利用地面固定目标(工厂的烟囱、房屋的尖頂等等)作为控制点是非常重要的。为了計算这些目标的坐标，在各導綫点上充分地观测照准目标的方向綫与某些導綫边之间的角度，即应用前方交会法。

在踏勘任务中也包括选择这些为了交会用的地面目标。选择时必须考虑到下列各因素：

- (1) 选定的目标离开導綫不应大于 3 公里；
- (2) 目标的交会应从不少于三个導綫点来进行；
- (3) 交会角(所交会目标顶点的角度)不应小于 30° ，而且第三个方向与前面兩方向之一所構成的角度不应小于 45° 。

也可以从兩個点交会目标，但它的条件为交会角不小于 40° 并且此角要直接观测。

如果在測区中沒有固定的目标，为了向導綫兩旁进行交会，在必要的情况下，可在高地上插上很明显的标杆。为了大致測定交会角，以及为了測定在不能直接丈量距离的情况下所建立的三

角形之角度，必須在野外隨身帶有羅盤。

最后选定的全部导线点，以及为了确定不可到达距离的基线均用長0.5米、直径10厘米的木椿固定之。木椿釘得与地面齐平。在木椿頂部的截面上打入釘子，在釘帽上画土兩条十字細綫；这两条細綫的交点就作为椿点的中心。离中心0.2米处把另一个同样大小的木椿打入土内一半，此椿为护椿。在标志周圍距中心2米处，挖掘深为0.4米的溝。每隔2—3公里兩条鄰接边的各个端点（即是一連三个点）較牢固地埋設之。

点的埋設。最簡單的置中器 点的牢固埋設是建立两个中心标石。其中一个埋在土内，称为地下标石，另一个安置在地表面称为外标石。显然，地下标石和外标石的中心要位于同一个鉛垂綫上。中心标石的形状和大小示于圖275。

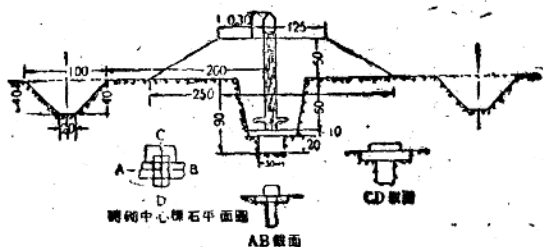


圖 275. 导线中心标石的形状和大小

地下中心标石用混凝土作成平行六面体的形式，混凝土系用水泥、沙和石子以1:5:4的比例配合成的灰漿来制成。地下标石也可用不少于80公斤重的巨石作成或用磚砌成。在地下中心标石的頂面刻划兩条相交的对角綫，其交点就是标石的中心（标点）。

中心标石埋入地内深度为0.8米（到頂面）。埋好之后用厚度不小于0.1米、面积为 0.4×0.4 米的搗固層盖上。在这个搗

固層上放置外中心標石。

外中心標石是直徑不小于 15 厘米、長為 1.4 米的標樁。其頂端做成圓錐形，在其上打入釘子。把標樁上部的一面削成平面，在此平面上寫上工作機關的簡稱。在標樁下部嵌入兩個十字叉，其目的是防止標樁從地內拔出。也可以安置鐵軌或鋼筋混凝土樁來代替木樁。

標樁露出地面的高度約為 0.8 米。在標樁周圍的地面上挖掘一個邊為 3.5 米正方形的溝^①。

為了將標樁上的釘帽與地下標石安置在同一鉛垂線上，應用叫做置中器的特殊設備。最簡單的置中器可以作成兩根長 1.5 米、厚 5 厘米的木樁 AB 和 CD (圖 276)。在樁上釘一橫木條 EF ，它能夠繞連結點 a 、 b 自由轉動。

在這橫木條中部用刀挖一個掛垂球的深凹 f 。當這設備放在點上時其兩腳要這樣安置，用目估使橫木條適在中心標石之上，然後用鎚子敲打頂部 A 和 C ，當設備安置穩固，即放下垂球并交替敲打儀器的兩只

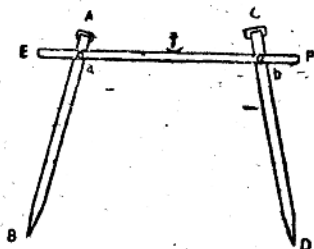


圖 276. 簡單置中器

腳，力求作到在設備已穩固地放置時，垂球精確地與地下中心標石上對角線交點相重合。這樣之後拿掉垂球，埋設標樁，并使標樁的頂點恰好在垂球下面。

§ 3. 邊長丈量。容許誤差計算的概念 在導線測量時，導線邊長用鋼卷尺或股鋼卷尺^②或者在特別精密的情況下用纜狀尺進行丈量。卷尺的長度通常為 20 米。它們製成刻線式或兩端分划

① 根據圖 275 邊溝的長度為 5.0 米——譯者註。

② 由 36% 的鐵和 64% 的鋼并含有一些數量不大的另外金屬之混合物的合金稱為股鋼。它具有很小的熱膨脹系數。

式（在兩端具有毫米分划綫）。綫狀尺制成 24 米或 48 米，并且总是兩端分划式。

用卷尺可以沿着地面或悬空进行丈量。用綫狀尺只可悬空进行丈量。

悬空丈量（用悬空丈量工具）的要点是，將丈量工具安放在兩端已預先布置在直綫方向綫內的一些高的木樁或特制的三脚架上。安置木樁要考虑到在拉紧卷尺时，尺的刻綫或分划要位于木樁的頂面上。或者在木樁頂面上标出分划綫位置（划定綫），或者根据木樁頂面上預先刻划的綫按尺的分划讀数，而且由讀数求出每对木樁之間的距离（跨距長度）。

在用作圖根控制的導綫測量中，通常用鋼卷尺沿着地面丈量直綫。

用卷尺沿着地面丈量直綫具有下列各种誤差来源。

1. 檢定誤差 尺子的檢定，即与标准尺相比較而确定其实际長度，乃是在任何丈量时所必需的。但是檢定可以用不同的精度进行，并且由檢定結果所确定的尺長总是含有某些誤差。这种誤差会系統地增大或减小所丈量直綫的長度。

2. 定綫誤差 这种誤差的产生由于尺子沒有精密地鋪設在所量直綫的方向內，因此，量測折綫 $Aa_1a_2a_3B$ 代替了直綫 AB （圖 227）。显然，定綫的誤差总是使丈量的結果增大。

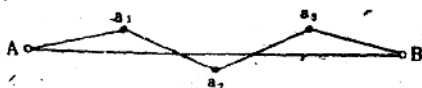


圖 227. 定綫誤差

3. 地勢引起的誤差。这种誤差由于沿着凸起地区尺子的反曲和通过凹地拉紧尺子时的垂曲之結果而获得的。它也总是增大直綫丈量的長度。