基本館藏
94439
館內閱讀

中央人民政府高等教育部推荐高等學校教材試用本

礦山和大地測量儀器學

上册

蘇聯 恩·阿·古塞夫著
方 俊譯

燃料工業出版社

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容爲基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：「蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是眞正科學的和密切聯繫實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。」我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將陸續向全國推薦，作爲現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認眞地提出修正意見，作爲該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

第二版序

本書是根據「儀器學」課程的教學大綱而編寫的，這個課程是高等採礦學校中礦山測量專業的一門專門課程。書中內容係根據列寧格勒採礦學院教授和蘇聯科學院通訊研究員伊·麥·巴胡林和恩·格·凱爾的意見編排的：先討論課程中的理論部分，然後討論應用部分。這種安排，從教學的觀點來說，是十分適宜的，因爲這樣可以避免課程中各章內的重複敘述而縮減全書的篇幅。

本書第二版已經是大大地經過重寫和修正，並且按照這一課程的最近的現行教學大綱加以補充了的。重寫部分爲：速測儀，平板儀，磁性儀器及光學的方向和垂線投影儀等章，和光學補償器，六分儀及稜鏡等高儀等節。

根據課程的教學大綱，本書以礦山測量的學生爲對象，並且作爲一本教學參考書，它的目的在於訓練學生熟練地使用儀器。書中將討論儀器的原理，研究及校正它們的方法。

本書也可以作爲礦山測量從業人員的手冊以及希望提高自己的儀器學知識的實際工作者的參考材料之用。

在本書第二版中儘量考慮到在列寧格勒和德涅泊彼特羅夫斯克等採礦學院，頓巴斯、中亞細亞和新契爾卡斯基等工業學院担任講座的東方煤業部礦山測量總工程師伊·伊·勃羅希，斯大林礦務局礦山測量總工程師維·麥·波拉可夫以及國立斯大林礦山技術檢查處的礦山測量監督組組長維·魯·斯楚京所提出的批評和希望，作者願在此表示謝意。

恩·阿·古塞夫

1947 年於列寧格勒

目　錄

第二版序

緒　論

第一章　幾何光學提要……3

§ 1.　光的基本概念……3

§ 2.　反射和折射的定律……4

§ 3.　全部內反射……8

§ 4.　平面平行玻璃片的折射……9

§ 5.　在稜鏡主截面上的折射……10

§ 6.　全部內反射的稜鏡……12

§ 7.　色散現象……15

§ 8.　消色差稜鏡……17

§ 9.　球面上的折射……18

§ 10.　垂直於光軸的目標的影像……20

§ 11.　符號的規則……21

§ 12.　兩個同軸球面上的折射……22

§ 13.　光具組的主點，主面和主焦距……23

§ 14.　影像的構成和它的性質……26

§ 15.　兩個光具組的組合……30

§ 16.　透鏡……34

§ 17.　屈光度的計算……38

§ 18.　約束的光線……39

§ 19.　模糊的影像和清晰影像的深度……40

§ 20.　光具組中的影像誤差……41

§ 21.　人類的眼睛……43

§ 22.　眼睛的鑑別本領……45

第二章　儀器的光學部分……47

§ 23. 光學部分的分類和它們的性質 ……47
§ 24. 放大鏡 ……47
§ 25. 顯微鏡 ……50
§ 26. 簡單望遠鏡 ……52
§ 27. 望遠鏡的擴大率 ……53
§ 28. 望遠鏡擴大率的鑑定 ……55
§ 29. 望遠鏡的視場 ……57
§ 30. 望遠鏡的亮度 ……59
§ 31. 望遠鏡的鑑別本領 ……62
§ 32. 望遠鏡內的照準設備 ……64
§ 33. 照準器對 ……69
§ 34. 複式物鏡 ……70
§ 35. 複式目鏡 ……71
§ 36. 稜鏡望遠鏡 ……75
§ 37. 內對光望遠鏡 ……76
§ 38. 稜鏡目鏡，折光望遠鏡 ……78
§ 39. 望遠鏡的光學品質的試驗 ……79
§ 40. 望遠鏡的瞄準準確度 ……80
§ 41. 光學補償器 ……81
第三章 儀器的機械部分 ……86
§ 42. 三脚架和臂架 ……86
§ 43. 水平座 ……91
§ 44. 垂軸 ……93
§ 45. 減少摩擦的方法 ……94
§ 46. 望遠鏡旋轉軸 ……100
§ 47. 望遠鏡的支架 ……101
§ 48. 螺絲 ……102
§ 49. 微動制動設備 ……104
第四章 水準器 ……107
§ 50. 水準器的用途和構造 ……107
§ 51. 水準器的幾何元素 ……109
§ 52. 水準器軸的傾角的測定 ……110

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

§ 53. 附有稜鏡光具組的水準器 …… 114
§ 54. 應用水準檢驗器來檢定格值 …… 115
§ 55. 應用儀器的水平螺絲來檢定 τ …… 120
§ 56. 應用儀器的垂直度盤來檢定 τ …… 121
§ 57. 應用標尺來檢定 τ …… 122
§ 58. 柯姆斯篤克方法 …… 124
§ 59. 水準器的靈敏度和它的研究 …… 129
§ 60. 水準器的應用 …… 130
§ 61. 應用活動水準器使直線或平面水平 …… 133
§ 62. 量角儀器上望遠鏡旋轉軸的水準 …… 137
§ 63. 儀器垂軸的水準 …… 140
§ 64. 處理水準器的規則 …… 144

第五章　讀角設備 …… 146

§ 65. 讀角設備的計數法和種類 …… 146
§ 66. 度盤的分格 …… 148
§ 67. 游標 …… 151
§ 68. 游標的研究 …… 154
§ 69. 顯微估計器 …… 157
§ 70. 帶尺顯微鏡 …… 159
§ 71. 帶尺顯微鏡的安放和研究 …… 161
§ 72. 顯微測微器 …… 163
§ 73. 單獨平面平行玻璃的光學測微器 …… 169
§ 74. 兩個平面平行玻璃的光學測微器 …… 172
§ 75. 光學測微器的安放和檢驗 …… 179
§ 76. 恩・阿・古塞夫的光學游標 …… 181

第六章　量角儀器 …… 185

§ 77. 量角儀器的幾何原理 …… 185
§ 78. 量角儀器的分類 …… 187
§ 79. 對於量角儀器的要求 …… 188
§ 80. 工程測量用儀器 …… 190
§ 81. 高精度工作所用的儀器 …… 198
§ 82. 精細和精密工作所用的儀器 …… 207

§ 83. 萬能儀的檢驗和研究 …… 213
§ 84. 六分儀 …… 216
§ 85. 稜鏡等高儀 …… 219
第七章 角度觀測的誤差 …… 222
§ 86. 角度觀測誤差的來源 …… 222
§ 87. 各軸間的相對關係不正確所產生的誤差 …… 223
§ 88. 照準架的偏心 …… 233
§ 89. 由於儀器和目標置中不準所產生的誤差 …… 239
§ 90. 瞄準和讀數誤差 …… 241
§ 91. 垂直度盤原理 …… 243

目　　錄

第八章　測距儀 …… 249

§ 92.　測距儀的概念和它的種類 …… 249

§ 93.　視絲測距儀 …… 249

§ 94.　測距儀的測距絲常數的檢定 …… 254

§ 95.　視絲測距儀的準確度 …… 257

§ 96.　視絲測距儀的缺點 …… 258

§ 97.　採用橫尺的測距儀 …… 259

§ 98.　楔形稜鏡雙像測距儀的構造原理 …… 262

§ 99.　雙像測距儀 …… 264

§100.　雙像測距儀的檢驗和研究 …… 275

§101.　光楔測距儀的優缺點 …… 282

§102.　在施測點上成常角的測距儀 …… 283

§103.　常基尺測距儀 …… 285

第九章　速測儀 …… 292

§104.　關於速測儀的一般知識和它的種類 …… 292

§105.　迴旋速測儀 …… 292

§106.　具有歸算尺的自動速測儀 …… 295

§107.　速測儀的檢驗和它的準確度 …… 299

§108.　圖解自動速測儀 …… 302

§109.　圖解速測儀的檢驗和它的準確度 …… 308

§110.　歸算速測儀 …… 313

§111.　自動歸算速測儀的檢驗 …… 320

第十章　平板儀 …… 323

§112.　關於平板儀的一般知識 …… 323

§113.　平板儀 …… 324

§114.　望遠鏡照準儀 …… 328

§115.　望遠鏡照準儀的檢驗 …… 334

§116. 地形儀 …… 336
§117. 斯達都爾克維奇測量器 …… 339
§118. 地形標尺 …… 343
第十一章 水準儀 …… 345
§119. 水準儀的構造原理和對它的要求 …… 345
§120. 水準儀的型類和它們的幾何設計 …… 347
§121. 第一型——定鏡水準儀的構造 …… 348
§122. 第二型——水準管安在座架上的活鏡水準儀的構造 …… 358
§123. 第三型——水準管連在望遠鏡上的活鏡水準儀的構造 …… 361
§124. 第四型——用跨水準的活鏡水準儀的構造 …… 364
§125. 第五型——構造複雜的水準儀 …… 365
§126. 不同型類的水準儀的比較 …… 370
§127. 精密水準儀 …… 372
§128. 水準儀的研究 …… 383
§129. 水準尺和它們的研究 …… 385
第十二章 磁性儀器 …… 393
§130. 偏角儀 …… 393
§131. 偏角儀的檢驗和研究 …… 398
§132. 自動照準羅盤儀 …… 404
§133. 自動照準羅盤儀的檢驗和研究 …… 405
§134. 定向羅盤 …… 407
§135. 定向羅盤的檢驗和研究 …… 412
§136. 應用磁性儀器的規則 …… 414
第十三章 光學的方向投影儀和垂直投影儀 …… 416
§137. 光楔方向投影儀 …… 416
§138. 方向和測站投影的誤差 …… 420
§139. 光學垂直投影儀 …… 429
§140. 光學垂直投影儀的檢驗 …… 438
第十四章 內業儀器 …… 441
§141. 直角座標儀 …… 441
§142. 縮放儀 …… 444

§143. 精密的懸掛縮放儀的構造 …… 447
§144. 求積儀 …… 451
§145. 求積儀的原理 …… 453
§146. 格值的測定和求積儀的研究 …… 458
§147. 求積儀的準確度 …… 460
§148. 計算機 …… 462
第十五章　測量儀器的照料 …… 467
§149. 儀器的保藏、分發、送進修理所和從修理所領出 …… 467
§150. 儀器的檢查和登記 …… 468
§151. 在搬運和工作中對待儀器的方法 …… 469
§152. 儀器的擦刷、上油、拆卸和裝置 …… 470
附　錄
俄中名詞索引 …… 4

第八章　測　距　儀

§ 92.　測距儀的概念和它的種類

可以直接用來測量距離的儀器統稱爲測距儀。它的構造形式和種類很多，但大部分是不十分精確的。所以，在礦山和其他測量中毫無例外地採用光學測距儀，它的構造原理是根據兩個元素來解一個等邊或直角三角形，這兩個元素就是底邊(基尺)和與它相對的銳角。在儀器構造中，使其中一個元素爲常數，因此，我們可以將這類儀器按照角度或邊爲常數分爲兩大類：(1)常角測距儀和(2)常基尺測距儀。屬於第一類的有 1) 常用於礦山或其他測量上用的視絲測距儀；2) 比視絲測距儀更爲完備和精確的雙像測距儀；屬於第二類的有 1) 基尺安在測點上的測距儀，即精密經緯儀外附有基尺以量它和儀間的距離；2) 附有微動螺絲的經緯儀或水準儀；以及 3) 本身附有基尺的儀器。最後一種的構造原理是用雙鏡或單鏡將遠處的同一目標的兩個影像相重合。它的準確度不高，是用於幾種特殊目的的測量之上，例如，在攝影測量的調繪工作中用來測定大約的距離。

§ 93.　視絲測距儀

視絲測距儀就是普通的望遠鏡，在它視野的十字絲旁加上兩條平行的細絲。除非在採用橫尺的測距儀上，這兩條細絲是平行的。

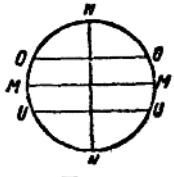

圖 183

測距絲的一般形式如圖 183 所示，圖中 MM 和 NN 爲照準用的十字絲——水平的和垂直的，而 OO 與 UU 則爲水平的平行絲，它們之間的間隔爲常距 p，在望遠鏡中組成一個常角。這個常角的頂點永遠在一固定之點上，不論所瞄準的距離遠近爲何，這點稱

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.

爲準距點，它是在物鏡的光軸之上。在一般的測距儀的望遠鏡中，這點和物鏡的前焦點相合。

測距儀的構造如圖 184 所示。圖中 O 爲物鏡，O_K 爲簡單或複式目鏡，p 爲測距絲的間隔，測距絲是在目鏡管內部視野的光闌平面上。這種測距儀的原理很簡單。

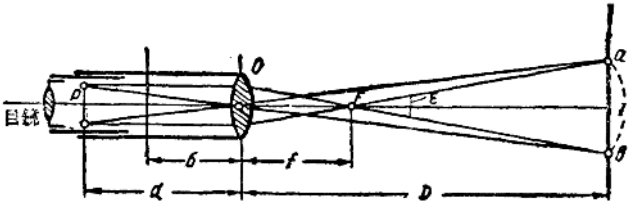

圖 184

假如將測距儀的望遠鏡對光於垂直的尺上；此時它的影像出現在絲網的平面之上，而通過測距絲的主光線在尺上截出一段，等於 l。設絲網平面至物鏡的主點距離爲 d，而後者至尺的距離爲 D，則自圖可知：

$$\frac{p}{d}=\frac{l}{D}. \tag{1}$$

又根據 §16，(74)式，得：

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{D}=\frac{1}{f}, \tag{2}$$

式中 f 爲物鏡的焦距。將(1)式寫成：

$$\frac{1}{d}=\frac{l}{Dp},$$

又將(2)式寫成：

$$\frac{1}{d}=\frac{D-f}{Df}$$

將兩式的右邊相等，得：

$$\frac{l}{Df}=\frac{D-f}{Df}.$$

由此可知：

$$D-f=\frac{f}{p}l. \tag{3}$$

在一個儀器之上，$\frac{f}{p}$是一個常數，故自(3)式可得以下結論：1)測距儀望遠鏡中上下兩條測距絲在尺上所截出的部分 l 和 $D-f$ 成正比，2)測距絲在物鏡前焦點所成的角 ε 是一常角，我們可以稱它爲對徑角或量測距，3)若已知測距絲在尺所截的長度 l，和常數$\frac{l}{p}$，我們就可以推算自尺至物鏡前焦點的距離 $D-f$。

在實測之時，我們所要決定的不是從尺到前焦點的，而是從尺到望遠鏡旋轉軸的距離。設此距離爲 E，而令望遠鏡旋轉軸至物鏡的距離爲 δ，則自圖：

$$E=D+\delta \tag{4}$$

或自公式(3)得以下關係：

$$E=(f+\delta)+\frac{f}{p}\cdot l. \tag{5}$$

在同一望遠鏡上，$f+\delta$ 也爲一常數。設此常數爲 c，而令$\frac{f}{p}$爲k，則得測距儀公式如下：

$$E=c+kl, \tag{6}$$

自此公式可以計算望遠鏡旋轉軸至尺的距離。常數 c 大約爲幾個公分，而係數 k 則爲使計算方便起見，常採用 100。

準距點測距儀　圖 185,a 示測距儀的望遠鏡，物鏡管上的兩個正透鏡——物鏡 O 和聚光鏡 C 將尺的影像映於絲網平面之上。聚光鏡離物鏡的距離爲 e；而此聚光鏡離絲網平面的離距則爲 y，後者係安在目鏡管內，它和聚光鏡間的距離則隨尺的距離而變更。

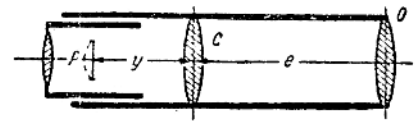

圖 185a

圖185,b 示測距絲被兩個透鏡 C 和 O 所組成的光具組投影在尺上的情形。這裏，通過測距絲的光線在開始時是平行於光軸，被聚光鏡折

光，通過前焦點 F'，射入物鏡，又被後者折光，然後投射於尺上，這兩條光線在光軸上，離物鏡 x 的一點 S 上相交，互相傾斜成 δ 角。因爲物鏡距聚光鏡的距離 e 是固定的，所以 δ 角爲常角，而 S 的位置也不因視距的遠近而變更。因此，此點稱爲準距點。而整個測距儀則稱爲準距點測距儀。

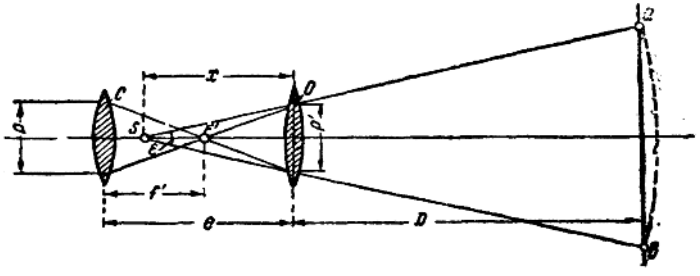

圖 185 б

設上述的兩條光線在物鏡的主平面上的距離爲 p'，則自圖：

$$\frac{p'}{e-f'}=\frac{p}{f'} \quad 或 \quad p'=\frac{e-f'}{f'}\cdot p \tag{7}$$

及

$$\frac{D+x}{x}=\frac{l}{p'} \quad 或 \quad D+x=x\frac{l}{p'}. \tag{8}$$

假如我們以S代表 F' 被物鏡所構成的虛像，則自 § 16(74)式，得：

$$\frac{1}{e-f'}-\frac{1}{x}=\frac{1}{f}, \tag{9}$$

式中f爲物鏡的焦距，而 f' 則爲聚光透鏡的。因此，有：

$$\frac{1}{x}=\frac{f+f'-e}{(e-f')f} \quad 或 \quad x=\frac{f(e-f')}{f+f'-e}. \tag{10}$$

以(10)式的 x 和(7)式的 p' 代入(8)式，則

$$D=-\frac{f(e-f')}{f+f'-e}+\frac{ff'}{(f+f'-e)p}\cdot l, \tag{11}$$

從這個公式可以推算物鏡至尺的距離。要知道從尺至望遠鏡旋轉軸間的距離，可以自(4)及(11)兩式，得：

$$E=D+\delta=\delta-\frac{f(e-f')}{f+f'-e}+\frac{ff'}{(f+f'-e)p}\cdot l \tag{12}$$

或

$$E=\delta-\frac{f(e-f')}{f+f'-e}+\frac{f_1}{p}\cdot l \tag{13}$$

式中$f_1=\frac{ff'}{f+f'-e}$，根據 §13，(50) 的第三式，f_1 爲由物鏡 O 與聚光鏡C所組成的光具組的等效焦距。在同一望遠鏡之上，$\delta-\frac{f(e-f')}{f+f'-e}$爲一常數，它是準距點至望遠鏡旋轉軸間的距離，而$\frac{f_1}{p}$則爲測距儀的不變係數，它的大小是隨$f,f',e$和測距絲距離 p 而定。以 c' 代表第一個常數，而以 k' 代表第二個常數，即係數，則得測距儀的一般公式如下：

$$E=c'+k'l. \tag{12'}$$

根據以上所說的，我們可以選擇 f,f' 和 e，使準距點離物鏡距離爲 δ，也就是說，使它在望遠鏡旋轉軸上。由於這種選擇，可使常數 c' 爲零，因此

$$E=k'l. \tag{12''}$$

這是這種測距儀優於其他視絲測距儀之處。若 c' 不完全等於零，我們仍舊可以用(12″)式來計算距離，因爲它所產生的誤差遠遠小於用測距儀測量距離時的其他誤差。

內對光望遠鏡測距儀　這種測距儀和準距點測距儀不同之處在於它的構造之上，包括：第一，它的內透鏡不是一個正透鏡而是一個負透鏡；第二，這個透鏡離物鏡的距離不是固定的而是變動的；第三，測距絲的平面離物鏡的距離是固定的。

假定物鏡與對光透鏡間的距離是不變的，則和上節所討論的一樣，儀器的常數等於：

$$k=\frac{ff'}{f+f'-e}\cdot\frac{1}{p}=\frac{f_1}{p} \tag{14}$$

及

$$c=\delta+\frac{f(f'-e)}{f+f'-e}. \tag{15}$$

但是 e 爲變數，所以 k 和 c 都隨着視距而變化。

不過近代對於內對光望遠鏡的計算已經可以達到這樣的程度，即除去近距離以外，常數k和c已經十分接近常數。在內對光望遠鏡上，測距絲係數爲：

$$k=\frac{f_\infty}{p}.$$

式中 f_∞ 爲將對光透鏡對光至無窮遠時的等效焦距，而 p 則爲測距絲間的距離。在一般情形下，k 爲 100，因此，測距絲間距離可按下式計算：

$$p=\frac{f_\infty}{100}. \tag{16}$$

第二個常數 c 是按下式計算的：

$$c=\delta+\frac{f_1(f_2-e_\infty)}{f_1+f_2-e_\infty}+\frac{f_1(e_\infty+f_2-d)}{f_2(2e_\infty-f_1-d)}\cdot f_\infty, \tag{17}$$

式中 e_∞ 爲相當於望遠鏡無窮遠對光時的透鏡間距離，d 爲物鏡至絲網間的距離。照例，常令加常數 c 等於零。

§ 94. 測距儀的測距絲常數的檢定

上文已經說過，用測距儀來測定它的望遠鏡旋轉軸和垂直於光軸的尺之間的距離是依同一公式來推算的：

$$E=c+kl, \tag{18}$$

式中的常數 c 和 k 在不同的測距離儀上各有其幾何的意義。我們只有在掌握所必需的光學常數的知識達到足够的準確程度之時，才有可能應用上述的公式來推算測距儀的常數。在一般情形下，這些公式只用於光學設計，而很少用來推算 c 和k。在測量上，c和k 是採用實驗的方法來決定的，實驗的方法隨着儀器所採用的光具組的不同而略有差異。

c 的檢定 開普勒式望遠鏡的 c 是按下列的已知公式來計算：$c=\delta+f$ 式中的 δ 可直接量物鏡的中心與望遠鏡旋轉軸間的距離得之。假若望遠鏡爲簡單的或備有正目鏡的望遠鏡時，則焦距 f 的測定可以先將望遠鏡對光於遠處一點，然後量物鏡與絲網間的距離。這個距離就是 f，因爲將望遠鏡對光至遠處目標時，則它的影像就在物鏡的後焦

點平面之上。若望遠鏡的目鏡爲負鏡，則可將目鏡旋去將望遠鏡對準太陽使它的影像清晰地映於一個屏幕上，然後量屏幕與物鏡間的距離，這樣也可以得到 f。

在準距點測距儀上，一般是 $c=0$。假如我們不能確定準距點是否眞正在望遠鏡的旋轉軸上，或者我們不完全了解儀器的光學構造情形，則 c 可以與 k 合併檢定，我們將在以後一節中討論之。

k 的檢定　k 的實際檢定方法常採用直接量出的距離 E，和用測距儀所量出的 $kl+c$ 相比較。因此得：

$$k=\frac{E-c}{l}. \tag{19}$$

檢定方法爲：儘可能地選擇平坦的地區，順着望遠鏡的方向上，以離旋轉軸距離爲 c 的點子爲起點，量出距離 $E-c$ 等於 50，100，150 和 200 公尺等點，用測釬標出。量距離之時必須十分小心，用鋼捲尺正反方向各量一次，使它的準確度高於測距儀的量測精度。然後將垂直的標尺放在每一測釬之上，將望遠鏡安放成水平，用測距絲讀尺上間隔 l。爲了增進準確度，標尺必須在一測釬上重複幾次，每次讀一數然後計算其平均數 $l_i=\frac{\sum_1^n l}{n}$，而常數 k 則爲 $k_i=\frac{E_i-c}{l_i}$，式中 n 爲安放尺子的數目，而 i 則爲測釬號數。將所有計算出來的 k 平均之，即得常數 k 的最後結果：$k=\frac{\sum_1^i k}{i}$。

表24爲採用上法來測定 k 的例子。自表中可知：1) $\frac{100}{k}=\frac{4.0059}{4}$，2) 檢定數 $\frac{100\,l}{E-c}$ 的平均誤差爲：$m=\pm\sqrt{\frac{223}{3}}=\pm 8.6$，以最後一位數爲單位，即爲 ± 0.00086，而它的平均數的平均誤差爲：$M=\pm\frac{m}{\sqrt{4}}=\pm 0.0004$。故得 $\frac{100}{k}=1.0015\pm 0.0004$，即 $k=99.85\pm 0.04$.

若 k 與 100 相差很多，則這種測距儀不適於測距之用，因爲在計算上將增加不少困難。在這種情形之下，必須專門爲它準備一個表，

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.