

87.11
TDS

072082

鐵路測量精度問題

鐵道部第四設計院
科學技術研究所編

人民鐵道出版社

目 录

第一章 导线和中线测量	1
§ 1. 角度测量误差的来源和分析.....	1
§ 2. 角度闭合差和视线长度.....	9
§ 3. 距离丈量误差的来源.....	11
§ 4. 量距精度.....	15
§ 5. 普通视距测量误差的来源及其精度.....	16
§ 6. 精密视距测量误差的来源及其精度.....	23
§ 7. 角度和距离误差对点位的影响和 距离的相对误差.....	29
§ 8. 导线闭合差.....	35
§ 9. 三角形的闭合差和基线的精度.....	39
第二章 水准测量	43
§ 1. 水准测量误差的来源.....	43
§ 2. 国家水准测量等级的区分和容许误差.....	46
§ 3. 铁路水准基点的精度问题.....	47
§ 4. 视线长度.....	49
§ 5. 前后视线长度相等问题.....	52
§ 6. 铁路中桩高程精度.....	57
§ 7. 视距高程问题.....	62

第一章 导线和中线测量

§1. 角度测量误差的来源和分析

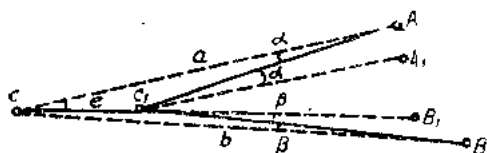
在角度测量中，误差来源有下列几种：

1. 仪器对中误差；
2. 觇标倾斜误差；
3. 水平度盘倾斜误差；
4. 瞄准误差；
5. 横轴倾斜误差；
6. 视准轴误差；
7. 游标误差；
8. 度盘刻度误差；
9. 上盘偏心误差；
10. 外界的影响。

对第5、7、9三项误差，可用两个游标读数，或用望远镜两个位置（正镜及倒镜）观测来消除。其余的误差，决定于外界的情况和仪器的性能；要消除所有这些误差是非常困难的。为使误差对所测量角度的影响尽量减小，必须先对各项误差的性质，进行分析。

1. 仪器对中误差：

仪器对中不准(如图1)，仪器中心不在角度顶点 C ，而在 C_1 的上方。实测的角为 $\angle C_1$ ，而不是 $\angle C$ 。 C_1 与 C 相差值，即为对中误差，以 K' 表示。 K' 值是随 CC_1 的距离 e 、



CC_1 和測綫 C_1A 的角度 θ ，以及两个边 $CA=a$ 、 $CB=b$ 而变化。

若由 C_1 点引直綫 C_1A_1 平行于 CA ，并引直綫 C_1B_1 平行于 CB ，則 $\angle C$ 由下列角度組成：

$$\angle A_1C_1B_1 = \angle C, \quad \angle A_1C_1A = \angle \alpha = \angle C_1AC, \quad \text{及}$$

$$\angle B_1C_1B = \angle \beta = \angle C_1BC$$

即
$$\angle ACB = \angle A_1C_1B_1 - (\alpha + \beta)。$$

角度 α 及 β 为 C_1A 和 C_1B 的方向誤差， $\alpha + \beta = K'$ 为測站对中誤差，可由計算求得。根据 $\triangle CC_1A$ 和 $\triangle CC_1B$ 决定如下：

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = \frac{e}{a},$$

及

$$\frac{\sin \beta}{\sin (360^\circ - \theta - C_1)} = -\frac{e}{b}。$$

由于角度 α 及 β 非常小，故可把上式簡化为：

$$\sin \alpha = \alpha \sin 1' = \frac{e}{a} \sin \theta, \quad \text{或} \quad \alpha = \frac{e \sin \theta}{a \sin 1'};$$

和

$$\sin \beta = \beta \sin 1' = -\frac{e \sin (\theta + C_1)}{b},$$

或

$$\beta = -\frac{e \sin (\theta + C_1)}{b \sin 1'}。$$

則 $\angle C$ 的对中誤差值为：

$$K' = \alpha + \beta = \frac{e}{\sin 1'} \left[\frac{\sin \theta}{a} - \frac{\sin (\theta + C_1)}{b} \right]。$$

由上式可知， K' 随 e 的增加而增大，并随 a 和 b 的增大而减少。当 $e=0.01$ 米， $a=b=100$ 米， $\theta=90^\circ$ 及 $C_1=180^\circ$

时，对中误差 $K' = 0.7$ 。

由以上分析，可得出結論，角度測量要求愈精確，对中误差应愈小。在边长很短和角度接近 180° 的伸展导线中，要特别注意对点。对中的精度必須与仪器本身的精度相配合，即由对点引起的角度误差，要小于仪器的精度。

2. 觇标傾斜误差：

用望远镜視綫瞄准測点时，常常不能直接瞄准測点本身，而是瞄准立在該点上的觇标(花杆)。在实际操作中，花杆很难絕對垂直，往往有些偏斜。如图 2，測点 B 不能直接

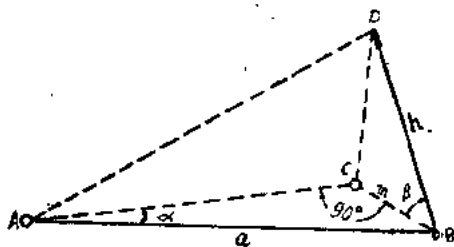


图 2

瞄准，而瞄准花杆上 D 点，由于花杆傾斜，使視綫方向产生误差。这种误差，可根据 $\triangle ABC$ 及 $\triangle BCD$ 算出。設 h 为瞄准点在花杆上的高度， β 为花杆的傾斜角， m 为花杆傾斜高 h 的水平投影， a 为 AB 的长度，則觇标傾斜误差 α ，由 $\triangle ABC$ 可得：

$$\frac{\sin \alpha}{m} = \frac{\sin 90^\circ}{a}$$

因 α 值很小， $\sin \alpha = \alpha'' \sin 1''$ 則

$$\alpha'' = \frac{m}{a \sin 1''}$$

再由 $\triangle BCD$ 可知

$$m = h \cos \beta,$$

則

$$\alpha'' = \frac{h \cos \beta}{a \sin 1''}$$

由此可知，这种誤差和花杆的高度以及它的偏斜角成正比，和瞄准的距离成反比。因此，在实际操作中要尽可能地使花杆扶直，視線尽可能接近測点。在边长很短或长直綫的轉点，要用綫錘或測釘对点，以避免花杆傾斜誤差。

3. 水平度盘傾斜誤差：

地面上的水平角，必須在水平度盘上讀出，假如水平度盘沒有安裝在水平位置，而与水平面組成一个小角度，則在度盘上的讀数，将包含某一不显著的誤差。

如图 3，設当經緯仪竖軸 VV_1 成竖直方向时，度盘的位置为 $L'L_1$ ，即与度盘的水平位置 LL_1 組成一小角度 ε ，当望远镜瞄准任一測点时，并不在度盘上 B 点讀出正确的数

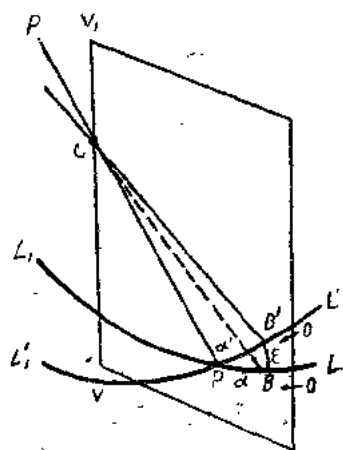


图 3

值，而在傾斜度盘上 B' 点讀出。設 PP_1 是度盘的正确位置和傾斜位置的交綫，在此交綫上，無論是度盘水平或傾斜时，讀数是一样的。因此，求得弧 PB 和 PB' 的差数以后，即可得出度盘的傾斜誤差。設 α 为 PB 弧的角度， α' 为 PB' 弧的角度。从球面直角三角形 PBB' 中可知，

$$\tan \alpha = \tan \alpha' \cdot \cos \varepsilon.$$

当 ε 很小时，可采用

$$\cos \varepsilon = 1 - \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{\rho} \right)^2.$$

由此上式可写成：

$$\tan \alpha' - \tan \alpha = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\rho} \right)^2 \tan \alpha',$$

经过改变之后，可得

$$\sin(\alpha' - \alpha) = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon}{\rho} \right)^2 \sin \alpha' \cos \alpha,$$

因 α 和 α' 彼此相差很小，可使

$$\sin(\alpha' - \alpha) = \frac{\alpha' - \alpha}{\rho}, \text{ 及 } \sin \alpha' \cos \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha,$$

则

$$\alpha' - \alpha = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varepsilon^2}{\rho} \sin 2\alpha.$$

由上式可知当 $\alpha = 0$ 时， $\alpha' - \alpha = 0$ ，亦即 $\alpha' = 0$ 。其次当 $\alpha = 90^\circ$ ， $\alpha' - \alpha$ 也等于零。当 $\alpha = 45^\circ$ 或 135° 时， $\alpha' - \alpha$ 达到最大值。假定制盘时度盘有 $30'$ 的倾斜，在最不利情况下， $\alpha = 45^\circ$ 时，

$$\alpha' - \alpha = 4''.$$

由此可知，度盘倾斜的影响，误差是很小的。

4. 瞄准误差：

这种误差决定于仪器瞄准部份的构造。仪器的构造是根据人眼的视力来设计的，人眼能正确辨别的鉴别角约为 $60''$ ，故望远镜扩大率愈大，瞄准误差就愈小，因此瞄准误差容许为 $\frac{60''}{v}$ ， v 为望远镜的扩大率。

5. 横轴倾斜误差：

设横轴水平且与视线垂直，当瞄准时，望远镜的视准平面总是垂直的。如图 4，测点 A 和 B 间的水平角，是两个垂直平面 ZA 和 ZB 在水平面上（亦即度盘上）所夹的 A_1B_1 （= $A'_1B'_1$ ）弧来度量的。假如横轴不水平，水平度盘上读数将为 a_1 （= a'_1 ）和 b_1 （= b'_1 ）。 a_1b_1 不等于 A_1B_1 ，此不等值的

差数，即为横轴倾斜误差。

设 i 为横轴的倾斜角， β 为 B 点的竖立角，如图 4，由球面三角形 $Z B b_1$ 可写出下列关系：

$$\frac{\sin \angle b_1 Z B}{\sin \angle Z b_1 B} = \frac{\sin b_1 B}{\sin Z B}$$

用圆弧 $b_1 B_1$ 代替角度 $b_1 Z B$ ，可得

$$\frac{\sin b_1 B_1}{\sin i} = \frac{\sin \beta}{\sin (90^\circ - \beta)}$$

由于 $b_1 B_1$ 和 i 都极小，故又可写成

$$\frac{b_1 B_1}{i} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

或

$$b_1 B_1 = i \tan \beta$$

此式表明，读数中包含因横轴倾斜而形成的误差，这种误差和瞄准的竖立角的正切函数成正比，即是瞄准的目标愈

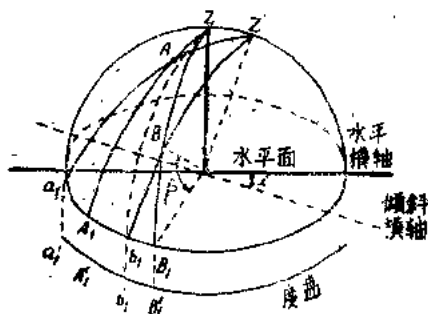


图 4

高，误差愈大。若已知 $i = 1'$ 当 $\beta = 45^\circ$ 时，误差将等于 $1'$ 。在测定两个高度不同的测点间的水平角时要记住这个规律。在实际操作中，除对水准管和横轴支架注意校正外，并要用望远镜两个位置，测量角度，以消除误差。

6. 视准轴误差：

由于视准轴和横轴不垂直而产生的误差。如图 5，视准轴不垂直于横轴，而有偏斜角 C ，因此视准轴转动时，不能构成通过仪器中轴的垂直面 $Z A$ ，而成为与垂直面 $Z A$ 距离 $A B = C$ （即为视准轴偏斜）的另一垂直面 $Z_1 B$ 。测点 M 的竖立角为 α ，由于视准轴偏斜对于读数的影响，可用弧

长 $B_1A=y$ 来表示。由球面三角形 B_1ZA 和 MZN ，可知

$$\frac{\sin B_1A}{\sin MN} = \frac{\sin B_1Z}{\sin MZ}。$$

由于 $\widehat{B_1A}$ 和 $\widehat{MN}$ 很小，故可写成：

$$\frac{y}{C} = \frac{1}{\cos \alpha}，$$

由此

$$y = C \sec \alpha。$$

因为 $\sec \alpha$ 值总是大于 1，对读数误差的影响总是大于视准轴的偏斜角，仅在 $\alpha = 0^\circ$ 时， $y = C$ 。这表明在各种不同高度的测点间，测量角度时，视准轴误差的

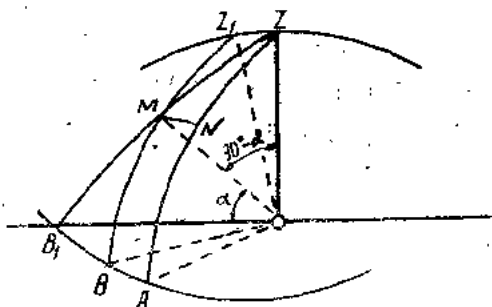


图 5

影响很大。因此，在实际操作中应对视准轴注意校正，并采用望远镜不同位置（正镜和侧镜）观测，以抵消视准轴误差。

7. 游标误差：

在读数时，游标的分划线，往往没有一根和度盘分划线相重合，必须进行凑整。对于一个游标来说，最大的凑整误差，可以认为是游标最小读数(t)的一半。由于凑整误差的性质，一个游标的凑整中误差，可以认为是 $\frac{t}{2\sqrt{3}}$ 。

8. 度盘刻度误差：

度盘和游标上的分划线，制造时是用刻度机来刻划的。但是度盘和游标的分划线，无论怎样精细地刻，分划线的位

置，总是既有偶然誤差又有系統誤差。度盘分划綫的系統誤差是有周期性的，在很好的仪器上是在 $2'' \sim 3''$ 範圍內，而偶然誤差只有十分之几秒。

这种誤差，是影响讀数的精度的，因此必須用度盘的不同位置重复量角度。即在半測回后，将度盘移动一个角度，再測下半測回，并把所測得的角度取其平均值，以减少这种誤差的影响。

9. 上盘偏心誤差：

偏心誤差，是由上盘的旋轉中心和仪器中心不重合，以及游标零点不恰好在穿过上盘旋轉中心直径的两端所引起的。为了消除这种誤差的影响，要用在盘直径两端的两个游标来讀数。

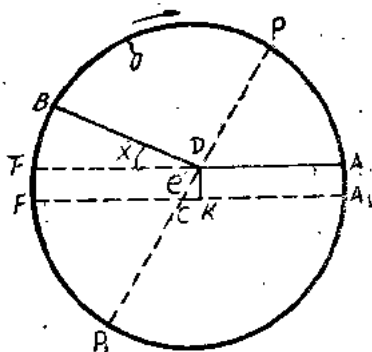


图 6

偏心誤差的影响，如图6，設O点是度盘的中心，零分划綫在O，度盘分划是順时針方向的。設游标的位置在A和B，D是上盘旋轉中心，以 α 表示直綫BD偏离DA的方向角 $\angle BDF$ ，AD和BD是第一个和第二个游标的零分划綫。經過仪器中心作一直綫 F_1A_1 平行于FA。这时用 α 和 β 来表示讀数 $\widehat{OPA}$ 和 $\widehat{OPB}$ ，得出

$$\beta = \alpha + \widehat{AA_1} + 180^\circ + \widehat{F_1F} + \widehat{FB}.$$

由图6可知 $\widehat{AA_1} = \widehat{FF_1}$ 及 $\widehat{FB}$ 为 $\angle BDF = x$ ，則

$$\beta - \alpha - 180^\circ = 2 \widehat{AA_1} + x.$$

上式左边各项可以从观测結果中算出，用 d 来表示。为求 $\widehat{AA_1}$ 的数值，从D点作垂綫DK垂直于 A_1F_1 ，以 e 表示上

盘偏心 CD 的距离。从 $\triangle CDK$ 中可知

$$DK = e \sin \angle DCK.$$

已知 PP_1 是通过上下盘中心的直径，则 $\angle DCK$ 即为圆弧形 PA_1 。因 AA_1 很小，可以认为 $\widehat{PA_1} = \widehat{PA}$ 。以 p 表示 P 点在度盘上的读数，则 $\angle DCK = \alpha - p$ 。同时因为 AA_1 很小，可以认为 $\widehat{AA_1}$ 的长度等于垂线 DK 的长度。由此可得，

$$\widehat{AA_1} = DK = e \sin(\alpha - p)$$

因为要用度分秒来表示 $\widehat{AA_1}$ 的数值，设 r 为度盘的半径，则

$$\widehat{AA_1} = \rho \cdot \frac{e}{r} \cdot \sin(\alpha - p)$$

则总的误差影响为

$$d = \pm 2 \cdot \frac{e}{r} \cdot \sin(\alpha - p).$$

10. 外界影响：

物体的光亮程度，是影响瞄准的精度的。在不良照明的情况下，瞄准误差，比良好的情况下，要大好几倍，可能增大到10倍或甚至10倍以上。为了减低这种误差的影响，在接近黄昏时，不要观测。

空气跳动的现象，就使目标的象在望远镜内跳动，这样瞄准就有困难，造成误差。在中午空气强烈跳动的情况下，要停止工作。而在跳动并不特别大的时候，就可以增加测回数来消除它的影响。

§2. 角度闭合差和视线长度

在闭合导线中，经纬仪测量所有的内角，它们的总和应等于几何图形理论上的角度和。用下式表示：

$$Q = 2d(n-2)$$

式中 Q 为角度总和, d 为直角等于 90° , n 为内角的数目。

根据前节的分析, 由于种种误差原因的影响, 在测量每个角度时都有一些误差, 而影响到角度的总和。因此实际测得的角度总和 Q_1 , 和理论上的 Q 值, 相差某一 m 值。此值即为角度闭合差。

设经纬仪的读数精度为 t , 则对测点的方向误差按中误差计算, 约为 $\pm 0.5t$ 。每一个角度, 是由两个方向所组成, 根据平差理论单一角度误差为 $\pm 0.5t\sqrt{2}$ 。在闭合导线, 由 n 个角度所组成, 其误差按同一理论可知为 $\pm 0.5t\sqrt{2n}$ 。最大允许误差为中误差的两倍, 则闭合差为:

$$m = 2(\pm 0.5t\sqrt{2n}) = \pm t\sqrt{2n}.$$

为计算上的便利取 $\sqrt{2} = 1.5$, 故导线的容许闭合差, 采用:

$$m = \pm 1.5t\sqrt{n}.$$

铁路导线是展开式导线, 用观测真北方位进行闭合, 因此经度收敛角应包括在内。经度收敛角可按下列式计算之。

$$\gamma = \Delta\lambda \sin \phi$$

式中: γ —— 子午线收敛角;

$\Delta\lambda$ —— 始终点经度差绝对值;

ϕ —— 始终点平均纬度。

根据前节角度误差的分析, 为了在实际操作中, 使各种误差影响尽可能地减小。测角的方法, 应用任意角, 后视作一次全量法 (即正镜和倒镜各一次), 在两次半量之间, 移动下盘约 90° , 每次读数, 都读两个游标的数字, 取用平均值。在两次半量之间的差数, 按铁路测量规程规定不能超过 $2t$, t 小于 $30''$ 的经纬仪以 $30''$ 计 (这是由于现行测角方法以

花杆为觇标，仅能配合 $30''$ 以上的经纬仪），否则要再次校核，以便和角度闭合差的規定相配合。两次半量的角度，如符合要求，取用平均值。

視綫愈长，对于觇标傾斜誤差的影响愈小，因此視綫的最大长度，可不严格限定，只要能通視、清晰瞄准即可。一般可規定为1000米。铁路測量規程規定定测中綫边长最长为500米，这是兼顧了勘測精度和施工的方便。視綫过短，会使誤差增大，規程規定，最短边长为100米，使与用花杆为觇标时和角度闭合誤差 $1.5t\sqrt{n}$ 相适应。如实际情况不可能时，得縮短为100米以下，但要用測釵或綫垂作为觇标，使仪器能精确对点。

§3. 距离丈量誤差的来源

用卷尺丈量距离，所产生的誤差，是由下列原因所組成，

1. 尺的重力垂曲； 2. 拉力不均衡； 3. 温度变化；
4. 风力影响； 5. 卷尺不平； 6. 定綫不直；
7. 讀尺錯誤； 8. 尺长不准及刻划不勻。

在精密量距时，1、2、3項可用彈簧秤、溫度計測定，拉力和溫度計算改正以外，其余都須在操作中注意，尽可能减低它們的影响，但不能全部消除。所有各項原因，都影响量距的精度。按其性質，分別进行分析討論。

(1) 在量距时，前后鏈各執一端，卷尺因自身的重量，产生弧形的垂曲。由此，实际距离較尺长为短；增加拉力，可使影响减小。是系統誤差，其誤差值可按式計算，

$$C_s = -\frac{\omega^2 l^3}{24t^3}$$

式中 l —— 尺长或短于尺长两点間的距离 (米)；

w ——卷尺的单位长度重量 (公斤/米)，鋼尺約为 0.033 公斤/米，竹尺約为 0.008 公斤/米〔注〕；

t ——所施加的拉力 (公斤)。

为避免或减低这种误差的影响，在精密量距时，使用彈簧秤测定拉力，按上式改正。铁路測量中一般是增加中鏈扶托，以减低其影响。

鋼尺出厂标准长度，考虑了避免垂曲误差系統积累，是按普通人力丈量时的拉力为 5 公斤所制造的。因此应用鋼尺量距时，垂曲误差为实际操作时的拉力和 5 公斤拉力所产生垂曲縮短之差。随实际操作中拉力的大小，误差有正有負，而成偶然误差。

所用竹尺是自制的，刻度时未先施加拉力，因此仍为系統误差。由于竹尺較輕，則垂曲影响大为降低。

(2) 卷尺經受拉力，影响尺子伸长，使实际距离較量得者为长。如卷尺在制造时有拉力，这种误差，由于实际操作中的拉力可大可小，則成为偶然误差。误差数值可按式計算：

$$C_p = K_p(t - t_0)l$$

式中： t ——实际施加的拉力；

t_0 ——卷尺制造时标准长度的拉力，鋼尺为 5 公斤，

自制的竹尺刻度未加拉力， $t_0 = 0$ ；

K_p ——拉长系数，鋼尺按 $K_p = \frac{1}{AE}$ 計算， A 为鋼尺

的断面积，一般为 0.06 平方厘米， E 为鋼的彈

性系数，約为 2×10^5 公斤/平方厘米，竹尺的

伸长系数 $K_p = 0.000025$ 米/公斤 (根据原中南

土木建筑学院 1957 年的試驗資料)。

〔注〕30 米长的鋼尺，重約 1 公斤。竹尺的重量，根据中南土木建筑学院 1957 年的試驗資料，較鋼尺輕 3~7 倍。所列数字按 4 倍計算。

拉力伸长的影响，在精密丈量时，根据实测时的拉力，按上式计算改正。但在普通测量中无法消除，亦无法减低其影响。但却与垂曲的影响相反，可以相互减小影响。

(3) 卷尺在制造时的气温是一定数，实际操作时，气温与制造时不同，随着温度变化，卷尺长度有伸缩。对长度的影响，可按下列式计算：

$$C_t = K_t(T - T_0)l$$

式中 T_0 ——卷尺制造时的温度，钢尺制造时的标准温度为 20°C ，竹尺要根据制造时的记录；

T ——实测时的气温；

K_t ——热膨胀系数，钢尺为 $0.0000116 \text{ 米}/1^\circ\text{C}$ ，竹尺为 $0.000025 \text{ 米}/1^\circ\text{C}$ （根据原中南土木建筑学院1957年试验资料）。

温度变化，使距离产生误差，同一时期保持同一符号，是系统误差。在普通测量中无法克服。精密丈量时，可用特制的温度计测定温度，按上式计算更正。

(4) 卷尺受风力影响，发生横向的弯曲，使实际距离短于量得的距离。一般丈量工作中，卷尺接近地面，风力受地表阻碍降低，而且风向亦已扰乱，因此对距离影响极微。由于丈量时的风力、风向无法测定，即在精密丈量时亦不能计算更正。但在大风时，尺身飘拂不定，不宜进行丈量工作。

(5) 由于地面不平，丈量时尺子有倾斜，实际距离要较丈量所得者为短，是系统误差。误差数值可按下列式计算：

$$C_i = 2l \sin^2 \frac{i}{2}$$

式中： i ——尺子在地面上的倾斜角。

精密丈量时，这种误差容许倾斜角 i 保持在 $1'$ 以内，要

用水平仪测定卷尺两端的高差，計算改正。在普通測量中，一般由中鏈目估水平，这样情况下尺子傾斜 1° 是不易发觉的。采用斜坡拉鏈法时，用简单的測角仪亦可能发生 1° 的讀角誤差。

(6) 丈量距离时卷尺两端不能保持在直綫的方向綫上，尺子有偏斜。这种实际距离較量得者为短，亦是系統誤差。誤差值可按下式計算：

$$C_v = -\frac{V^2}{2l}$$

式中：V——偏出直綫的距离。

在精密丈量时，用經緯仪定向瞄准，这种偏斜是极微小的。在铁路測量中，用經緯仪定向后，用花杆穿直綫拉鏈，由于視差影响，尺子两端的偏斜可能达到0.3米。

(7) 讀尺誤差，是由于丈量时前后鏈不能同时讀数所引起的。这种誤差可能伸长，可能縮短，是偶然誤差。

在精密丈量时，前后鏈都用彈簧秤，施加一定的拉力，后鏈固定零点时，前鏈即确定終点位置，这样誤差影响甚小。在普通測量中，由于前后鏈不能同时保持相同的拉力，不易对准零点；在后鏈对准零点时前鏈不能同时确定終点的位置，这样就可能产生5毫米的誤差。由于操作不熟練，前后鏈不能協調时，誤差还要增大。因此，至少要求前鏈是熟練工作者，以减低这种影响。

在普通測量中，还常因漏記鏈数而引起差錯。为此，在丈量时前后鏈要經常核对測杆数目，以免漏記鏈数。

(8) 一般鋼尺，在工厂制造的全长誤差极为微小，对于普通測量影响甚微。由于长度不准，是系統誤差。精密丈量以前，要在工厂制造的标准温度和拉力条件下，用标准尺进行校对。在丈量距离时，按測定的誤差計算改正。

自制的竹尺，是对照鋼尺进行刻度，由于不是在鋼尺制造用的温度和拉力条件下进行刻度，因此这种誤差可能达到3毫米。又因竹尺是分节制造的，各节是用鉛絲捆扎連接，使用中每个接头可能发生1毫米的变位。常用的25米长的竹尺，有四个接头，最大誤差可能为4毫米。又由于竹尺彈性較低，在收卷时产生应力，发生永久变形，影响长度不准，可能有3毫米的誤差。总之竹尺的刻度，最大可能有10毫米的誤差。为了使竹尺保持一定的精度，需經常檢查，即在勘测期間，于宿营地附近平場上用鋼尺丈量25米距离固定两桩，每日出工收工时，将竹尺校核，以免因較大的变形而影响丈量精度。

§4. 量距精度

铁路測量，对距离丈量的所有誤差，都不計算改正。在斜坡上一般采用梯級法施測。如用斜坡法时，方計算改正距离；但因用简单的測角仪，仍有讀角誤差。对于皮尺和繩尺，由于質地粗松，伸縮性大，精度較低，在中綫及导綫丈量中不使用。茲將鋼尺和竹尺丈量的精度，按前节誤差来源中所分析各种誤差可能的最大值，計算分析如16頁表。

由16頁表分析結果，可知無論用鋼尺或竹尺丈量，在最不良的条件下，距离精度都可以保証在1/1000以上，丈量两次精度，可以提高到1/1500以上。因此在一般要求距离精度为1/1000时，可以只量一次，无須复測，为避免差錯，可用視距复核。

再由上表分析結果可知，竹尺虽然制造条件差，但由于竹尺質輕，其精度比鋼尺为高。如改进竹尺制造条件，則丈量精度还可大大提高，因此铁路勘测，用竹尺丈量距离的精度，是毋庸置疑的。但要注意，新竹尺由于水分蒸发作用，