

竖基尺法在施测图根导线上的应用 (二)

彭光林

(中航勘察设计研究院 北京 100086)

(续上期)

2 测试方法

2.1 竖基尺的测定

竖基尺 l 假设取1m的整数,如果作为图根点的量距精度,采用地形标尺上的刻划,工作前,在基线场(或已知边上)测定视差角 $\beta = z_2 - z_1$ 来求出距离 D 进行比较,能满足式(6)精度即可。

2.2 距离 D 的测算方法

2.2.1 测距方法

将经纬仪安置在测站点上,先量取仪器高 i 计入手簿中(或输入计算机)待测完导线上点的水平角时,随即用望远镜十字横丝对准测点标尺上、下两端按必须的测回数读记竖直角,即完成测距的第一手资料。同时,也完成了测站点至测点高差的测量工作,但还需记入测点所截的高度。

2.2.2 距离 D 的计算,按式(3)求出。

2.3 测点高程 h 的测算方法

按如下公式计算:

$$\Delta h = n(\text{或}m) \cdot \cos z_1(\text{或}z_2) \quad (8)$$

$$h = (H + i - M_i) \pm \Delta h \quad (9)$$

式中 n, m ——测站点至测点的斜距,即

式(1)、(2)所求值;

$z_1(\text{或}z_2)$ ——望远镜的十字横丝测定基尺上或下端的天顶距;

H ——测站点的高程;

i ——测站点的仪器高;

M_i ——测点的照准高;

Δh ——测站点至测点的高差;

h ——所求测点的高程。

3 竖基尺求距边误差回归方程的建立与检验

为了鉴定 J_2 经纬仪按竖基尺求距法测定的距离与基线边(或红外测距仪测边)进行比较的较差,这里,根据数理统计的回归分析方法建立了 J_2 经纬仪的测边误差的经验公式,现将各边距离的较差数据统计在表1中,并找出它们之间的回归直线方程。

3.1 回归直线方程的建立

$$b = \frac{\Sigma(D_i - \bar{D})(M_i - \bar{M})}{\Sigma(D_i - \bar{D})^2} = +0.5133 \quad (10)$$

$$a = \bar{M} - b \cdot \bar{D} = -12.78 \quad (11)$$

表1 各边距离的较差数据统计

竖基尺求距边 D_m	34.143	47.402	53.745	64.818	80.825	86.409	93.160	109.366	151.886	218.731
mini 测距仪 S_m	34.137	47.406	53.738	64.833	80.832	86.467	93.238	109.397	151.836	218.832
较差 $M = D - S$ mm	+6	-4	+5	-15	-7	-58	-78	-31	+50	-101

注:表1中 M 在计算回归直线方程时取绝对值,其中求 D 的竖直角 z_i 均按一测回读数。

作者简介:彭光林,男,高级工程师。1953年毕业于重庆建筑工程学院工程测量专业。从事国防工业建厂测量实际和质量检查工作。

式中 D ——求距边的实测长度；

M_i ——较差；

\bar{D} —— D_i 长度的平均值；

\bar{M} —— M_i 较差的平均值。

由此，可得该 J_2 经纬仪采用竖基尺求距法的精度统计公式为：

$$m_D = a + b \cdot D_i \quad (12)$$

$$= -12.78 + 0.5133 \times 218.731$$

$$= +99.65$$

相对误差：

$$\frac{m_D}{D} = \frac{1}{2210} \quad (13)$$

以此类推：可以计算各边的相对精度为

$$\frac{1}{2300}, \frac{1}{2500}, \frac{1}{2600}, \frac{1}{3700}, \frac{1}{3600}, \frac{1}{4300}, \frac{1}{6800}$$

均满足边长丈量精度 $\frac{1}{2000}$ 的要求。

3.2 相关系数及显著性检验

$$r = \frac{\sum(D_i - \bar{D})(M_i - \bar{M})}{\sqrt{\sum(D_i - \bar{D})^2 \sum(M_i - \bar{M})^2}} \quad (14)$$

$$= 0.818405$$

在一定显著水平下 $\alpha = 0.05$ ，以自由度 $N = n - 2 = 8$ (n 为观测点边长数目)为引数相关系数的临界值。查表2得 $r_{\alpha} = 0.632$ 。

如果，算得的 $|r| \geq r_{\alpha}$ (即 $0.818 \geq 0.632$)，则认为其回归方程有效。

3.3 相关系数临界值 r_{α} 。(见表2)

表2 相关系数临界值

自由度 N	显著水平		自由度 N	显著水平	
	0.05	0.01		0.05	0.01
∴	∴	∴	∴	∴	∴
∴	∴	∴	∴	∴	∴
7	0.616	0.799	25	0.331	0.487
8	0.632	0.765	26	0.374	0.478
9	0.602	0.735	27	0.367	0.470
∴	∴	∴	∴	∴	∴
∴	∴	∴	∴	∴	∴

4 实例

根据图4实测的观测数据和求得测点距离 D' 、高程 h (见表3)。

4.1 略图

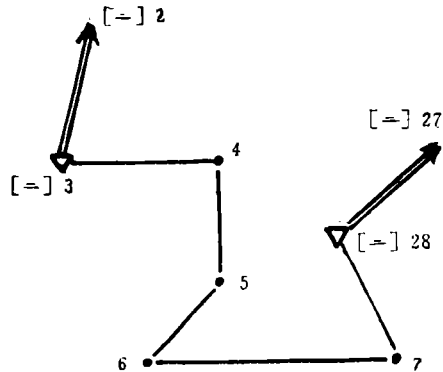


图4

4.2 测点坐标计算

将图4导线距离 D 在表3中计算的 S' 代入表5，然后根据表4的已知点坐标和起

表3 测点距离和高程计算表

测站	测点	仪器高 i /m	照准高 l /m	天顶距		竖基尺 求距边 D /m	回归 距离 S' /m	测距离 测边 S /m	较差 M _s /mm	相对 误差	测点 所求高 h /m	测点四等 水准高 h' /m	测站 高程 H /m	较差 M _h /mm	
				z ₁	z ₂										
				/(°'")	/(°'")										
[二]3	4	1.380	1.000	90 10 18	89 27 46	80.825	80.852	80.832	+21	$\frac{1}{3800}$	39.335	39.334	39.197	+1	
	5	1.431	1.000	90 44 02	90 10 12	101.600	101.640	101.612	+27	$\frac{1}{3700}$	39.334	39.334	40.204	0	
	5	1.430	1.000	90 29 22	89 49 35	86.409	86.442	86.467	-27	$\frac{1}{3200}$	39.896	39.896	40.204	0	
	6	1.411	1.000	90 31 18	89 54 24	93.160	93.195	93.238	-43	$\frac{1}{2100}$	39.478	39.456	39.896	+22	
	7	[二]28	1.380	1.000	90 15 00	89 21 58	64.842	64.840	64.837	+5	$\frac{1}{13000}$	39.553	39.552	39.456	+1

始方位角,求得导线各测点的坐标 x 、 y 值和导线闭合差的相对误差(见表5)。

表4 已知点坐标和起始方位角

点号	至点	已知点		方位角 / (°′″)
		x/m	y/m	
[二] 3	[二] 2	7285.946	6018.228	183 25 46
[二]28	[二] 27	7476.029	6095.658	182 09 28

表5 导线各测点的坐标计算

点号	水平角 β / (° ′ ″)	距离 s' /m	测点坐标		测点号	备注
			x/m	y/m		
[二] 2						
[二] 3	92 45 46	80.852	7285.946	6018.228	[二] 3	
4	263 10 20	101.640	7294.668	5937.861	4	
5	181 17 20	86.440	7396.304	5936.747	5	
6	91 19 08	93.195	7482.740	5937.746	6	
7	1 07 39	64.840	7479.534	6030.899	7	
[二] 28	269 03 29		7476.029	6095.658	[二] 28	导线相对闭合差: $\frac{f}{[s']} = \frac{1}{6400}$
[二] 27		[427.000]	$f_x = -0.008$	$f_y = -0.066$		

5 竖基尺法在工程实践中的几点体会

5.1 竖基尺求距法的优点

(1) 在测量一条图根导线的过程中,在观测水平角的同时,立即完成测站点到测点的边长和高差的工作量,与钢卷尺图根导线相比较,节省两次赴室外测边和测高的工作量,提高了效益。

(2) 方法简便,成本低廉。在测量过程中,只需一台 J_2 经纬仪和地形尺(或标杆)就迅速、准确完成图根导线的测边、测高、测水平角的室外全部工作,设备简单,成本低廉,不受地区的限制等特点。

5.2 在生产实际中应注意的问题

(1) 为了使用于生产实际,对测点的标杆,应用三角架固定。

(2) 在测求距角 β 时最好测两测回,两测回距离计算较差小于3cm为佳。

5.3 原始数据的精度衡量

文章中的回归方程有效,只是相对所取子样而言,为了求得符合实际的回归方程,建议测试较多的数据,而原始数据要可靠,才能达到对室外的原始数据的精度衡量满意的结果。但在实际用时,回归方程的建立,只作为精度评价,在实用中不必像实例中方法来强调,实测边长不进行回归改正。

6 结论

综合上述,竖基尺求距法,在使用 J_2 经纬仪和固定标志来测量图根导线边长和高差,是一种可行性的探索方法,但因试验工作的较少,很不全面,有些问题需待研究解决。本文上述有关公式的引用、推导过程中,得到侯家珍研究员的指导和帮助,在此表示感谢。

参 考 资 料

- 1 李庆海,陶本藻. 概率统计原理和测量中的应用. 北京: 测绘出版社, 1982

收稿日期: 1996-08-08