

# 利用高精度全站仪实现跨河水准测量的可靠性分析

雷建生<sup>1</sup>, 李金沐<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 安徽省地球物理地球化学勘查技术院, 安徽 合肥 230022; <sup>2</sup> 安徽省地质测绘技术院, 安徽 合肥 230022)

**摘要** 从实际实施跨河水准测量的两种方法所得结果精度的比较, 并利用三角高程测量单向观测的高差计算公式及对跨河水准测量的高差中数中误差进行的估算, 验证了利用高精度全站仪实现高精度跨河水准测量的可靠性。

**关键词** 全站仪 跨河水准 精度 三角高程测量 高差 误差 可靠性

中图分类号: P217

文献标识码: B

文章编号: 1672- 4097(2011)02- 0047- 02

## 1 引言

随着越来越多的区域性地面沉降监测网的布设以及区域性似大地水准面精化工作的开展等, 在实施高精度水准测量过程中, 常常需要实施跨河水准测量, 且跨越宽度大多可以选择在1 000 m内的河段。按照现行的国家规范要求, 需选用水准仪, 采用光学测微法或倾斜螺旋法实施跨河水准测量, 由于视线超出常规水准的长度及前后视距相差很大, 水准尺读数精度会降低, 水准仪的*i*角误差及大气折光的影响也急剧增大。

利用高精度全站仪按照三角高程测量方法, 可以不受水准标尺尺长误差的影响, 观测视线较高, 受大气折光的干扰较小。高精度全站仪能够得到很高的测角和测距的精度, 同时仪器的自动化程度也很高, 提高了工作效率。根据我院在阜阳市地面沉降监测网的实施过程中采用两种跨河水准测量方法所得结果的精度比较得出: 采用高精度全站仪, 应用三角高程测量方法实现跨河水准测量能够得到较高的测量成果, 并具有明显的经济效益。

## 2 采用两种方法实施跨河水准测量的结果比较

我院在阜阳市地面沉降监测网测量过程中, 在三个地方实施了跨河水准测量, 分别采用了光学测微法和使用高精度全站仪的测距三角高程法, 三处的河宽均小于500 m。光学测微法严格按照规范的要求进行。测距三角高程法使用两台高精度全站仪, 根据观测时光线的照射情况, 全站仪分别设置在河岸两侧, 并且在两个跨河水准点连线的同一侧, 全站仪和本岸的跨河水准点的距离约为20 m, 两岸尽量相等, 觇标架设在跨河水准点上。准备完毕后, 两岸同时观测, 分别观测至两个觇标的距离和垂直角。观测两个时段, 每时段垂直角观测6个测回, 距离观测4次。两个时段间重新摆置仪器, 并精确丈量觇标高度。观测成果检验合格后, 按照三角高程测量单向观测高差计算公式(1)  $h = D \cdot \tan\alpha + i - v + \frac{1-k}{2R} \cdot D^2$  计算两跨河水准点间高差。大气折光影响可通过同步对向观测取平均值, 来消除或削弱其影响, 另外河宽*D*较小, 大气折光系数*k*对高差*h*的影响可以忽略。三处跨河水准测量的垂直角都小于1°

两种方法实施跨河水准测量的结果如下表:

名称	河宽(m)	高差中误差(mm)	高差中误差(mm)	两种方法高差之差(mm)	一等水准限差(mm)	二等水准限差(mm)
泉河	340	±0.39	±0.60	0.75	±1.05	±2.33
颍河(东)	310	±0.33	±0.55	0.43	±1.00	±2.23
颍河(西)	290	±0.14	±0.51	0.87	±0.97	±2.15
备注		光学测微法	三角高程法			

从上表可以得出: 两种方法得到的成果精度都能够满足二等水准测量的精度要求, 说明测距

三角高程法代替传统作业方法具有可行性,能够得到准确可靠的测量成果。就其作业效率和劳动强度来说,测距三角高程法具有很大的优越性。

### 3 三角高程测量实现跨河水准的精度估算

三角高程测量单向观测高差计算公式:

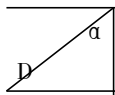
$$h = D \cdot \tan\alpha + i - v + \frac{1-k}{2R} \cdot D^2$$

根据误差传播定律,得出高差中误差计算公式为:

$$m_h^2 = (\tan\alpha + \frac{1-k}{2R} \cdot D)^2 \cdot m_D^2 + (D \cdot \sec^2\alpha)^2 \cdot (\frac{m_\alpha}{\rho})^2 + m_i^2 + m_v^2 + (\frac{D^2}{2R})^2 \cdot m_k^2$$

根据上面两式,可以推导出两点高差中数计算公式及高差中误差计算公式。

为了便于估算,同岸的跨河水准点和全站仪设站点尽量保证同高,两岸的觇标高和仪器高尽量设置相同,这样两岸三角高程测量的对应垂直角的角值基本相等;采用水准标尺读数法确定仪器高和觇标高,精度可达到 $\pm 0.1 \text{ mm}^{(2)}$ , $m_k$ 参考有关资料取 $\pm 0.01$ ,高精度全站仪的标称精度为 $m_D = \pm(1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \times D)$ ;垂直角观测中误差为 $\pm 0.5''$ 。对岸观测的 $\alpha$ 和 $D$ 分别取不同的值时,高差中误差 $m_h$ (单位: mm)的取值情况及国家一、二等水准测量限差值如下表:

	1°	2°	5°	1.8√k	4√k
800	0.87	0.87	0.88	1.27	2.83
1.40	1.41	1.42	1.61	3.58	1000
1.76	1.77	1.78	1.80	4.00	1200
2.14	2.15	2.16	1.97	4.38	1500
2.72	2.73	2.75	2.20	4.90	

从上表可以看出,采用高精度全站仪按三角高程测量的方法进行跨河水准测量,理论上也可以取得可靠的符合规范的测量精度。

### 4 结 论

- (1) 通过实践数据和理论分析的结果表明,使用高精度全站仪按三角高程测量方法实现跨河水准,可以很容易达到国家二等水准测量的精度要求。
- (2) 高差中误差随边长的增大而增大的量较大,因此,利用精密三角高程测量实现跨河水准,跨河距离不宜超过 1 200 m。
- (3) 高差中误差随垂直角的增大而增大的量不明显,因此对跨河水准两岸点位的选择要求可以更加灵活。

#### 参考文献

- 1 梅是义,等. 控制测量学(上册)[M]. 北京:测绘出版社,1986
- 2 周水渠. 精密三角高程测量代替二等水准测量的尝试[J]. 测绘信息与工程,1999(3): 25- 29

## The Reliability Analysis of River Crossing Leveling Accomplishment by Using High Precision Electronic Total Station

LEI Jian-sheng<sup>1</sup>, LI Ji-nu<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting Technology of Anhui Province, Hefei Anhui 230022, China; <sup>2</sup> Geological Surveying and Mapping Institute of Anhui Province, Hefei Anhui 230022, China)

**Abstract** It is reliability that using high precision electronic total station could accomplish high precision river crossing leveling. For this conclusion, we have compared two methods of practical river crossing leveling, used trigonometric leveling to unidirectional observe elevation difference calculation formula and estimated the measurement error in mid values of altitude differences of river crossing leveling survey.

**Key words** total station; river crossing leveling; precision; trigonometric leveling; elevation difference; error; reliability