

全站仪在面积测量中的应用

梁中平

(广东省水文局高要水文站, 广东 高要 526100)

摘要: 文章介绍了全站仪测量基本原理、在面积测量上的应用并对其精度进行分析, 得出一些结论。

关键词: 全站仪; 测量原理; 面积; 精度

中图分类号: P204 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 8136 (2011) 18 - 0033 - 02

1 引言

全站仪具有角度测量、距离(斜距、平距)测量、高差测量、三维坐标测量、导线测量、交会定点测量和放样测量等多种用途。内置专用软件后, 功能还可进一步拓展。随着科学技术的不断发展, 全站仪的使用已相当普遍, 为了使全站仪在生产中发挥更大的效益, 充分利用其提供的功能, 下面介绍全站仪面积测量的基本方法供大家参考。

2 测量原理和测量方法

2.1 距离测量

欲测定 O、i 两点间的距离 S_i , 仪器安置于 O 点, 反射镜安置于 i 点。仪器发射的光束由 O 至 i, 经反射镜反射后又返回到仪器。设光速 c 为已知, 如果测得光束在 S_i 上往返传播的时间, 则距离 S_i 可由公式: $S_i = ct/2$ 求出。式中 $c = C_0/n$, C_0 为真空中的光速值 (299 792 458 m/s), n 为大气折射率, 它与全站仪所用光源的波长、测线上的气温 t 、气压 P 和湿度 e 有关。

2.2 坐标测量

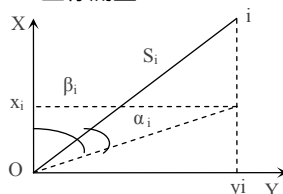


图 1 坐标测量示意图

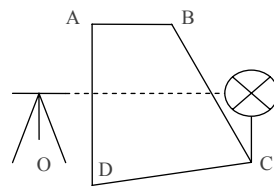


图 2 面积测量示意图

如图 1 所示, 设定测站点 O 的三维坐标。设定后视点的坐标或设定后视方向的水平度盘读数为其方位角。当设定后视点的坐标时, 全站仪会自动计算后视方向的方位角, 并设定后视方向的水平度盘读数为其方位角。设置棱镜常数。设置大气改正值或气温、气压值。量仪器高、棱镜高并输入全站仪。照准目标棱镜, 按坐标测量键, 全站仪开始测距并计算显示测点的三维坐标, 并显示于屏幕上。

理、节省能源。能为驾驶员及行人提供安全、舒适、经济、节能的良好环境。

市政道路照明设计中需重点考虑以下两个问题:

2.3.1 路灯的布置

路灯的布置包括: 路灯间距、路灯安装高度及灯具亮度。路灯的合理布置对提高照明效果起着关键作用。在综合考虑路况、路面反射特性的同时, 应充分发挥照明器具的配光特性, 使布局尽量合理。在设计中, 灯杆的设置要根据城市道路的宽度、绿化隔离带的设置确定, 一般采用单侧布置、双侧对称布置、双侧非对称布置、中心对称布置等方式。

2.3.2 灯杆、光源、灯具的选择

市政道路照明兼有景观要求, 一般宜选用较为美观的灯型, 但首先应满足技术上的要求。在以往的市政道路照明设计中, 都选用拔梢钢杆, 内外热镀锌表面喷塑, 灯杆壁厚不小于 4 mm, 具有较强的抗弯能力。光源选用发光效率高、使用寿命长、透雾性好的高压钠灯, 灯具选用截光或半截光、防眩光、能效利

用率高的优质产品, 防护等级一般选用 IP65, 整流器、电容器触发元件均装于灯杆内。

2.4 完善各种服务配套设施

目前大部分城市的道路建设是分阶段、分部门完成的。一般先进行的是城市道路建设, 由市政部门完成, 其次完成的是各种配套设施, 包括服务设施和信息设施。目前街道上常见的配套设施有电话亭、公厕、果皮箱、交通标志等, 而缺少座椅、指示牌、钟表、阅报亭等设施, 远远不能满足人们的使用需要。因此这些设施的安装应与人行道的改造同步进行, 一步到位, 避免二次开挖造成资金浪费及环境影响。

3 结束语

道路设计是市政道路建设中的一个重要组成部分。随着社会的发展和人们生活水平的提高, 市政道路设计不能只考虑运输功能, 还应考虑道路与环境的协调性, 道路设计要以人为本, 要充分体现人性化设计, 将以人为本理念融入市政道路设计中。

Based on “People - oriented” Concept of Road Design

Yu Deyi

Abstract: Municipal roads human and environmental philosophy is still a relatively new direction, but also the municipal road design an inevitable trend. The traditional design of the main municipal road to meet the functional requirements of road transport. In combination with practical experience from the people - oriented and the coordination of road and environmental point of view, on the municipal road design are discussed.

Key words: road design; people - oriented

2.3 面积测量

全站仪面积测量原理：通过观测多边形各个顶点的水平角 β_i 和垂直角 α_i 以及斜距 S_i ，根据式（1）和式（2）计算出各顶点相对位置 O 的坐标 (x_i, y_i) ，x 轴指向水平度盘 0°分划线，原点位于 O 点的铅垂线上，如图 2 所示。

$$x_i = S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i \tag{1}$$

$$y_i = S_i \cos \alpha_i \sin \beta_i \tag{2}$$

然后利用公式：

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \tag{3}$$

或
$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}) \tag{4}$$

计算多边形的面积。

式中，当 $i = 1$ 时， $y_i = y_n, x_{i-1} = x_n$ ；当 $i = n$ 时， $y_{i+1} = y_1, x_{i+1} = x_o$ 。

如图 2 所示，ABCD...是任意一个多边形，要测量它的面积，可在适当的位置 O 上安置全站仪，选定面积测量模式，按顺时针方向分别在多边形的顶点 A、B、C、D...竖立棱镜进行观测，观测完毕全站仪就会显示出该多边形的面积值。步骤：MANU→翻页进入程序→进入面积测量→选点测量，仪器会自动计算，如果你有 mapgis 或者 CAD 你就可以随机选点，按极坐标测量出特征点，按比例绘制图形，直接用软件提取面积就可以了，这样更为准确。

3 精度分析

3.1 测距精度

测定距离的精度，一般是指经加常数 K、乘系数 R 改正后的观测值的精度。主要取决于测定时间的精度，例如要求保证 ±1 cm 的测距精度，时间测定要求准确到 6.7×10^{-11} s。虽然加常数和乘系数分别属于固定误差和比例误差，但不是测距精度的表征，而是需要在观测值中加以改正的系统误差，故从某种意义上来说，与标称误差中的 A 和 B 是有区别的。因为测距的综合精度指标，一般以下式表示：

$$MD = \pm (A + B \times 10^{-6} D)$$

每台仪器出厂前就给了 A 和 B 之值，再行检验的目的，一方面是通过检验看某台仪器是否符合出厂的精度标准（标称精度），另一方面是看仪器是否还有一定的潜在精度可挖。在一般的气象条件下，在 1 km 的距离上，温度变化 1°所产生的测距误差为 0.95 mm，气压变化 1 mmHg 所产生的测距误差为 0.37 mm，湿度变化 1 mmHg 所产生的测距误差为 0.05 mm。湿度的影响很小，可忽略不计，当在高温、高湿的夏季作业时，就应考虑湿度改正。只要温度精度达到 1°，气压精度达到 27 mmHg，则可保证 1 km 的距离上，由此引起的距离误差约在 1 mm 左右。

当气温 $t = 35^\circ$ ，相对湿度为 94%，则在 1 km 距离上湿度影响的改正值约为 2 mm。由此可见，在高温、高湿的气象条件下作业，对于高精度要求的测量成果，这一因素不能不予以考虑。

3.2 面积测量精度

由式（3）或式（4），根据误差传播定律可得面积测量中误差 m_p 为：

$$m_p = \pm m_i \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n [(xi+1-xi-1)^2 + (yi+1-yi-1)^2]} \tag{5}$$

式中， m_i ：为点位中误差。

因此，当被测量图形已定时，全站仪面积测量的精度取决于多边形各个顶点的测量精度。

现对式（1）（2）取微分，可得：

$$dx_i = \cos \alpha_i \cos \beta_i dS_i - S_i \cos \beta_i \sin \alpha_i \frac{d\alpha_i}{\rho} - S_i \cos \alpha_i \sin \beta_i \frac{d\beta_i}{\rho} \tag{6}$$

$$dy_i = \cos \alpha_i \sin \beta_i dS_i - S_i \sin \beta_i \sin \alpha_i \frac{d\alpha_i}{\rho} - S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i \frac{d\beta_i}{\rho} \tag{7}$$

转换为中误差，则为：

$$m_{x_i}^2 = \cos^2 \alpha_i \cos^2 \beta_i m_{S_i}^2 + S_i^2 \cos^2 \beta_i \sin^2 \alpha_i \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + S_i^2 \cos^2 \alpha_i \sin^2 \beta_i \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \tag{8}$$

$$m_{y_i}^2 = \cos^2 \alpha_i \sin^2 \beta_i m_{S_i}^2 + S_i^2 \sin^2 \beta_i \sin^2 \alpha_i \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + S_i^2 \cos^2 \alpha_i \cos^2 \beta_i \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \tag{9}$$

从而可得点位中误差：

$$m_i^2 = m_{x_i}^2 + m_{y_i}^2 = \cos^2 \alpha_i m_{S_i}^2 + S_i^2 \sin^2 \alpha_i \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + S_i^2 \cos^2 \alpha_i \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \tag{10}$$

因为 $\cos^2 \alpha_i \leq 1, m_{\alpha_i} = m_{\beta_i}$ ，所以有：

$$m_i^2 \leq m_{S_i}^2 + S_i^2 \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} \tag{11}$$

$$m_i \leq \pm \sqrt{m_{S_i}^2 + S_i^2 \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2}} \tag{12}$$

现设 $m_{S_i} = \pm (2 + 2 \times 10^{-6} S_i)$ mm， $m_{\alpha_i} = \pm 2'' \sqrt{2} = \pm 3''$ ，取不同的 S_i 值代入公式（12）计算点位中误差 m_i ，其部分结果见表 1。

表 1

S_i (m)	100	300	650	1 000
m_i (mm)	± 2.64	± 5.08	± 10.01	± 15.08

从式（12）和表 1 可以看出，当选定了全站仪，其点位测定的精度仅仅取决于测点距测站的远近，越远精度越低；当斜距小于 1 000 m 时，点位精度可以达到三等界址点的精度（±0.15 m）；当斜距小于 650 m 时，可达到二等界址点的精度（±0.10 m）；斜距小于 300 m 时，可达到一等界址点的精度（±0.05 m）要求。

因此，全站仪完全可以胜任地籍测绘中的面积测量工作。同时为了提高全站仪在面积测量的精度，测站应尽量安置在靠近待测多边形，有条件的最好把全站仪安置在待测多边形内部。

参考文献
1 郭宗河、郑进风.全站仪面积测量及其精度分析[J].测绘通报, 2002 (3).
2 次建军.全站仪面积测量释义[J].中国煤田地质, 2004 (2).

Total Station Area Measurement

Liang Zhongping

Abstract: This paper introduces the basic principles of total station measurements in the area of measurement and its application on the accuracy of the analysis, draw some conclusions.

Key words: total station; measurement principle; area; accuracy