

全站仪后方交会法在桥梁工程中的应用

李军桥¹ 陈普智²

1 开封市开封新区集英测绘信息有限公司 2 黄河水利职业技术学院

DOI:10.32629/gmsm.v2i5.318

[摘要] 全站仪边角后方交会法(自由设站法)是在待定点上观测至少2个控制点的距离和夹度,确定待定点坐标的方法,此方法不受控制点间不通视的干扰。本文结合濮阳市卫都路跨西水库大桥施工中的测量工作,分析边角后方交会法在桥梁施工中的注意事项以及其可行性。

[关键词] 桥梁施工; 自由设站; 精度分析

引言

桥梁施工测量的目的是确保桥梁轴线、墩台位置在平面和高程位置上符合设计的精度要求,但施工现场环境的复杂性,如何保证施工测量精度,提高测量放样的效率显得十分重要。桥梁施工由于其施工现场的局限性,在控制点上架设仪器直接放样显得尤为困难,全站仪自由设站法放样不受控制点和放样点通视条件的限制,其放样速度和优越性较为突出。以濮阳市卫都路跨西水库大桥为例,说明全站仪自由设站的优越性。

1 边角后方交会的优越性

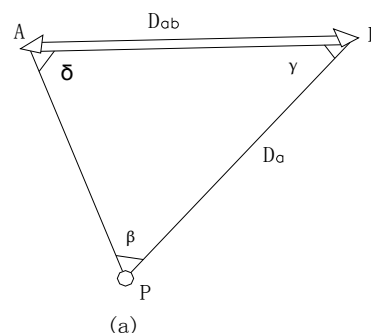
濮阳市卫都路跨西水库大桥全长330米,桥宽64.8米,双幅预应力混凝土连续梁桥,桥梁下部结构为墩台基础,承台底距原地面高差约为10米,共20个承台,施工工序是交叉开挖施工;上部结构为满堂支架法现浇混凝土箱梁施工,箱梁顶距原地面高差约为4米。针对该工程的施工特点,测量人员选择常用的坐标放样法和极坐标放样法,这两种方法都是在同一控制点上架设仪器,后视另一控制点定向,输入放样点的坐标或者调整好方位角后输入距离,即可放样出待放样点。但由于基坑较深和箱梁上障碍物的阻挡,控制点和待放样点之间不通视,这给放样工作带来很大的困难。所以,全站仪自由设站法放样的优越性显为突出,自由设站可以根据放样点位置,选择合适的架设仪器的地点,采用边角交会法求出待定点的坐标,进行放样点的细部放样。为了保证测量的精度,测量人员分别选择坐标法和自由设站法放样相同的一组放样点,假设坐标法放样的坐标是正确的,量取自由设站法放样点与坐标法放样点的差值,经过平差计算,其误差符合工程测量规范要求。但自由设站法有其自身的特点,选择待定点与控制点的夹角不同,对其放样结果的精度影响也不同,所以采用自由设站法放样待定点位置的选择甚为重要。

2 边角后方交会的原理

通过了解全站仪自由设站法基本原理和误差来源,分析影响自由设站法放样精度的因素,指导桥梁施工的细部测量放样。如下图(a)所示,P点为未知点,A,B为已知点,在P点测得的角度 β ,并测得边长 D_a ,并由A,B两点坐标反算而得

边长 D_{ab} 和坐标方位角 α_{BA} ,计算点P坐标的过程如下。

由三角形可以解算得:



$$\delta = \arcsin\left(\frac{D_a}{D_{ab}} \cdot \sin \beta\right)$$

$$\Upsilon = 180^\circ - (\beta + \delta)$$

由此可得BP的坐标方位角: $\alpha_{BP} = \alpha_{BA} - \Upsilon$

式中的 Υ 前的符号需有实际的图形确定。最后由极坐标法得:

$$x_p = x_B + D_a \cdot \cos \alpha_{BP}$$

$$y_p = y_B + D_a \cdot \sin \alpha_{BP}$$

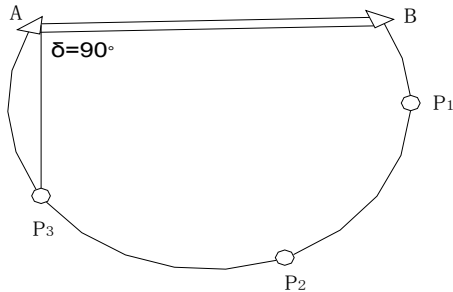
3 影响误差的因素

根据计算自由设站点坐标的过程,按误差传播定律可得自由设站点的中误差为

$$m_p^2 = (1 + \tan^2 \delta) m_D^2 + D_a^2 \left(1 + \frac{\tan \delta}{\tan \beta}\right)^2 m_\beta^2$$

无论是由测距中误差 m_D 还是受测角中误差 m_β 的影响,角度的 δ 作用是一致的,即当 $\delta = 90^\circ$ 时对 m_p 的影响

均是最大的。若单独考虑 m_{β} 的影响, 则还有观测边 D_a 和观测角 β 两个因素, D_a 越长 m_p 越大; $\beta = 90^\circ$ 时 m_p 最小。当几个未知数位于同一圆弧上时, 即如图(b)的情况, 此时3个点的中误差关系为:



(b)

$$m_{p_1} < m_{p_2} < m_{p_3}$$

交会角度和距离直接影响边角后方交会的定向精度, 在实际桥梁施工中, 已知点的位置不一样, 对定向的精度要求也不一样。比如已知点位于桥梁中心线的两侧和位于桥梁中心线的一侧, 对交会角度的要求也是不一样的; 根据实际生产经验, 第一种情况交会角在 $90^\circ \sim 150^\circ$ 比较适宜, 在这个数值范围以外, 定位误差会急剧增加; 第二种情况交会角在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间应该是可行的, 交会角过大或者过小都有可能出现异常, 因此交会角选择在 $60^\circ \sim 110^\circ$ 之间比较适宜。

4 边角后方交会在实际工作中的应用

濮阳市卫都路跨西水库桥位于新建湖区的上方, 处于湖区和桥梁交叉施工地段, 施工环境相当复杂, 施工区域内控制点破坏严重, 为了加快施工进度, 方便施工放样, 我们采用全站仪边角后方交会的方法放样。在放样前我们做了如下对比, 选择不同位置的六个固定点分别采用在控制点上架站和边角后方交会的方法进行放样, 其结果如下:

点号	边角后方交会			控制点上设站			差值		
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔH
1	46789.245	37256.556	65.274	46789.241	37256.550	65.270	4	6	-4
2	46700.356	37256.562	67.334	46700.361	37256.560	67.363	-5	2	-2
3	46625.334	37256.559	68.445	46625.330	37256.560	68.443	4	-1	2
4	46789.230	37180.445	66.379	46789.233	37180.443	66.375	-3	2	4
5	46700.360	37180.457	67.339	46700.358	37180.452	67.343	2	5	-4
6	46625.380	37180.465	66.746	46625.383	37180.461	66.740	-3	4	5

通过采用不同方法放样结果的比较, 可以清晰的看出全站仪边角后方交会完全满足施工放样精度的要求, 这样在施

工过程中就可以不受控制点不通视的影像, 可以在施工范围内任意设站进行施工放样, 大大提高施工放样的精度, 保证施工的进度。

5 边角后方交会的操作过程

5.1 选择架设仪器的地点, 与已知控制点和待放样点之间必须通视。

5.2 架设仪器, 输入第一个控制点的坐标和高程, 测量距离和方向角。

5.3 输入第二个控制点的坐标和高程, 测量距离和方向角。

5.4 全站仪自动计算待定点的坐标。

5.5 测量已知控制点的坐标和高程, 检查定向正确与否, 无误后方可用于施工放样。

6 边角后方交会的应用

将这种方法应用在濮阳市卫都路跨西水库桥工程中, 其优越性首先体现在基坑下承台放样, 其次是上部结构放样; 不仅解决了控制点与放样点间的通视问题, 更提高了放样的速度。边角后方交合法与常用的坐标放样法相比, 其放样精度完全可以达到规范中的要求, 但也有其自身的缺点。

6.1 交会角度的大小直接影响到放样的精度, 所以在选择待定点时要考虑交会角度, 尽量选择最适宜的角度, 提高放样精度。

6.2 避免待定点与已知点位于同一圆周(危险圆)上, 考虑已知点的观测顺序, 结合实地确定待定点所处的方向, 即考虑待定点所在的坐标象限, 保证其精度。

7 结语

施工现场复杂多变, 桥梁结构放样精度要求趋向一致, 选择合适的放样方法甚为重要。经过工程实践证明边角后方交合法不受施工场地的限制, 完全可以达到施工的精度要求, 大大提高施工放样的效率, 有效的节约了时间和成本, 值得在今后的工程放样中推广和使用。

[参考文献]

[1] 乐慧至, 唐义智. 全站仪后方交会法在大坝护坡变形监测中的运用[J]. 中国水运(下半月), 2017, 13(09): 175+177.

[2] 银光胜. 全站仪后方交会法在倾斜天溜井测量中的应用[J]. 中国锰业, 2017, 30(04): 28-30.

[3] 李巍, 赵亮, 张占伟, 等. 常用全站仪放样方法及精度分析[J]. 测绘通报, 2017, 9(05): 29-32+40.

作者简介:

李军桥(1982--)男, 汉族, 河南鹤壁人, 工学学位, 工程师, 研究方向: 工程测量。

陈普智(1985--)男, 汉族, 河南新乡人, 工学硕士, 黄河水利职业技术学院, 助教, 研究方向: 精密工程测量。