

一级光电导线测量及其平差方法的研究

朱 宝

(滁州职业技术学院,安徽 滁州 239000)

摘要:光电导线采用全站仪进行导线测量,按规范要求测出联测角、转折角和导线边长,并通过内业计算得出各导线点坐标,作为后续测量工作的依据。在内业计算中,角度闭合差和坐标增量闭合差都不得超过相关规范中一级导线的规定,方可进行闭合差修正。经分析,坐标增量闭合差的改正数算法存在一定问题,因此提出了新的计算方法,进一步提高导线测量结果的精度。

关键词:一级光电导线;角度闭合差;坐标增量闭合差

中图分类号:P207.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2017)02-0055-03

Study of One-level Photoelectric Traverse Measurement and Adjustment Method

ZHU Bao

(Chuzhou Vocational And Technical College, Chuzhou, Anhui 239000, China)

Abstract: Photoelectric traverse is traverse measurement by total station, measuring the conjunction angle, turning angle and traverse length according to the code requirements, and getting each coordinate of traverse point by interior work calculation, as a basis for follow-up measurement work. At interior work calculating, angle closure error and coordinate increment closure error must not exceed the rule of one-level photoelectric traverse in relevant codes, then it can't adjust the closure. After analysis, there are some problems exists in the arithmetic of corrections of coordinate increment closure error, so a new computational method is presented, to further improve traverse measurement accuracy.

Keywords: one-level photoelectric traverse; angle closure error; coordinate increment closure error

0 引言

测量工作应遵从“先控制后碎部”的原则,控制测量又分为平面控制测量和高程控制测量^[1]。控制测量是数字化测图以及工程放样等工作的前提,要提高数字测图的精度,首先要有精度较高的控制点。随着科学技术的发展和经济基础的提高,小区域平面控制网的布设形式多采用电磁波测距导线与GPS控制测量^[2]。平面控制测量是测定控制点平面坐标 (x, y) 的工作,经纬仪测角、钢尺量边,为经纬仪导线,光电测距仪测边长,为电磁波测距导线^[3]。随着全站仪的普及,经纬仪测角和光电测距仪测距逐渐被全站仪光电导线代替。在学校内部进行科研性质的数字测图,有仪器、人员和时间充足以及成本低的特点,且测图成果可作为学生考核的标准答案,因此可以提高测量精度,研究更加精确的方法。

1 导线测量的原理

导线的布设形式包括闭合导线、附合导线和支导线,都是通过导线边长和坐标方位角计算坐标差,利用坐标差逐步推出各点坐标值。

闭合导线从一个已知高级点和已知方向出发,经过若干待测导线点,最后闭合于已知高级点和已知方向。测角时需测出联测角和闭合多边形内角,以测量内角和和多边形理论内角和之差进行角度闭合差修正,得出改正后角值,进而计算坐标方位角。测边为测量导线边长。以边长与坐标方位角计算坐标增量,由于导线闭合,各坐标增量之和真值为0,可对坐标增量闭合差进行修正,得出改正后坐标增量,进而得出各导线点坐标值。

附合导线从一个已知高级点和已知方向出发,经过若干待测导线点,最后附合于另一个高级点和已知方向。其测量过程与原理类似于闭合导线,也

是通过角度闭合差修正和坐标增量闭合差修正,最终计算出导线点坐标。

支导线从一个已知点出发,经过 1~2 个待测导线点,既没有闭合到原来的已知点,也没有附合到另一个已知点,可见其无多余观测,不具备检核条件,因此导线点不超过 2 个,一般用于图根控制补点。

2 一级光电导线的实施步骤

2.1 外业工作

2.1.1 踏勘选点、建立标志

所选点位处应坚实可靠,便于保存,视野开阔,以便加密、扩展和找寻。相邻控制点应通视良好,视线距离障碍物及高出地面不应小于 1 m,边长应在规范规定的平均边长的 0.7 到 1.3 倍间选择,视线竖直角不宜过大。视线不得经过散热塔、烟囱等发热体周边,且应保证不受电磁场干扰,离开高压线 5 m 以上,视线背景不应有反光。

选点后应绘选点图及点之记草图,并埋设永久性标石。

2.1.2 测角量边

将全站仪安置在测站点,相邻点安置棱镜,测定联测角及导线角。角度测量应达到规定的测回数,若不超限则取平均值。测角时需瞄准相邻点,可顺便测出平距,测距时盘左、盘右分别测 2~4 次,若不超限则取平均值,且应采取对向观测。

2.2 内业计算

以闭合导线为例,如图 1 所示。

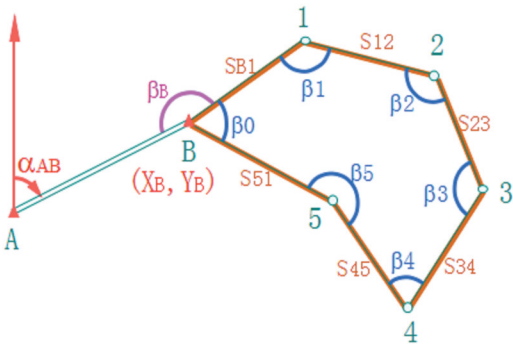


图 1 闭合导线

A 与 B 的坐标 (x_A, y_A) 、 (x_B, y_B) 已知,由此可反算出直线 AB 的坐标方位角。首先计算直线 AB 的象限角 R_{AB} :

$$R_{AB} = \arctan \left| \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \right|$$

判断 AB 为第几象限的直线,进而计算 AB 的坐标方位角:若 B 在 A 的东北方,AB 为第 I 象限直线,则 $\alpha_{AB} = R_{AB}$; 若 B 在 A 的东南方,AB 为第 II 象限直

线,则 $\alpha_{AB} = 180^\circ - R_{AB}$; 若 B 在 A 的西南方,AB 为第 III 象限直线,则 $\alpha_{AB} = 180^\circ + R_{AB}$; 若 B 在 A 的西北方,AB 为第 IV 象限直线,则 $\alpha_{AB} = 360^\circ - R_{AB}$ 。

n 边形内角和理论值为: $\sum \beta_{理} = (n - 2) \cdot 180^\circ$, 所测各角之和与理论值之差为角度闭合差 f_β , $f_\beta = \sum \beta_{测} - \sum \beta_{理}$, f_β 不得超过 $f_{\beta容}$ 。由于各内角为等精度观测,且每个角都是用 2 个方向的角度读数相减得到的,故应将 f_β 反号平均分配到各测量内角得出改正角,而不应采用按角度大小比例分配,改正后各内角和应正好为 $(n - 2) \cdot 180^\circ$ 。若角度闭合差不能被 n 整除留有余数,应将余数拆成多个 1" 分配到边长较短的各角。

用算出的 α_{AB} 和改正后的内角推算各导线边的坐标方位角, $\alpha_{前} = \alpha_{后} \pm 180^\circ - \beta_{右}$ 。由于内角已经修正,由 α_{AB} 推至 α_{BA} 应正好相差 180° 。

计算坐标增量: $\Delta x_{ij} = D_{ij} \cos \alpha_{ij}$, $\Delta y_{ij} = D_{ij} \sin \alpha_{ij}$ 。由于导线闭合,应有 $\sum \Delta x_{理} = 0$, $\sum \Delta y_{理} = 0$ 。故坐标增量闭合差 $f_x = \sum \Delta x_{测}$, $f_y = \sum \Delta y_{测}$, 导线全长闭合差 $f_D = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 。若 f_D 与导线全长 $\sum D$ 之比,即导线全长相对闭合差不超过容许值,则可通过改正数对坐标增量进行修正。

以往的平差方法,是通过下式计算改正数,用坐标增量加上算出的改正数,得出改正后增量: $v_{x_j} = -\frac{f_x}{\sum D} \cdot D_j$, $v_{y_j} = -\frac{f_y}{\sum D} \cdot D_j$ 。

但这种方法计算出的改正数存在缺陷。首先,导线边长是用钢尺或光电测距得出的,其精度以相对误差表示,即虽然各边长的测量都是等精度观测,但边长越大,误差越大,因此改正数的计算按边长比例分配是正确的。其次,虽然坐标增量是导线边长与方位角的乘积,但由于坐标增量是用改正后的角值计算的方位角算出的,可认为坐标增量闭合差仅由导线边长误差产生,而与方位角无关。由于方位角的存在,某一导线边长引起的坐标增量闭合差在 x 和 y 方向上的影响是不同的,因此坐标增量闭合差就不能仅按导线边长比例进行反号分配。

例如,假设一条导线边 MN 的方位角为 90° , 不论其边长有多大误差,都不会造成 x 方向的坐标增量闭合差,而仅会影响到 y 方向的坐标增量闭合差。但按照以往的平差方法,这条边却能获得 x 方向的改正数,且 MN 越长,分得的改正数越大。因此,在计算坐标增量改正数时应将各边方位角因素考虑进去,其计算方法应为: $v_{x_j} = -\frac{f_x}{\sum |D_j \cos \alpha_{ij}|} \cdot |D_j \cos \alpha_{ij}|$

$v_{y_j} = -\frac{f_y}{\sum |D_{ij} \sin \alpha_{ij}|} \cdot |D_{ij} \sin \alpha_{ij}|$ 。显然,在附和导线中,当所有导线边都与坐标轴平行, $\sum |D_{ij} \cos \alpha_{ij}| = 0$ 时, $f_x = 0$, $\sum |D_{ij} \sin \alpha_{ij}| = 0$ 时, $f_y = 0$, 不需计算改正数。

2.3 模型验证

建立2条导线边模型,端点坐标为 $A(500,500)$, $B(700,700)$, $C(700,982.8427)$ 。设距离误差为+10 mm, 测量边长为 $AB=282.8527$ m, $BC=282.8527$ m。通过计算可得 $f_x=+0.0071$ m, $f_y=+0.00170$ m, $f_D=+0.0185$ m。

使用传统方法及改进方法对闭合差分别进行分配得出改正数,并解算B点坐标,与模型标准值进行比较,见表1。

表1 2种平差方法结果对比

坐标	X	Y
模型标准值	700	700
传统平差	700.0036	699.9986
改进平差	700	700.00006

显然,通过改进平差方法,可以提高平面坐标精度,尤其在导线边与坐标轴夹角较小时效果明显。

3 一级光电导线的技术要求

采用导线进行平面控制测量,可布设3、4等和1、2、3级平面控制网^[4]。根据工程测量规范(GB 50026—2007),一级光电导线的主要技术要求,应符合表2的规定。

若导线的平均边长较短,则应控制导线的边数不超过表格中导线长度与平均边长的比值,若导线长度小于表中规定长度,则导线全长的绝对闭合差

不应超过13 cm;一测回之内上下半测回间角值互差不超过18",各测回间角值互差不超过12";一测回距离读数较差不超过10 mm,单程各测回距离较差不超过15 mm。^[5]

表2 一级导线的主要技术要求

导线全长/km	平均边长/km	测角中误差/"	测距中误差/mm	测距相对中误差	测回数			方位角闭合差/"	导线全长相对闭合差
					1"	2"	6"		
4	0.5	5	15	1/30000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$

根据城市测量规范(CJJ/T 8—2011),一级光电导线主要技术指标应符合表3的规定。

表3 一级光电导线主要技术指标

闭合环或附和导线长度/km	平均边长/m	测距中误差/mm	测角中误差/"	导线全长相对闭合差
≤ 3.6	300	≤ 15	≤ 5	$\leq 1/14000$

相邻导线边长之比不宜小于1:3;符合导线边数大于12条,应将测角精度提高一个等级^[4]。

4 结语

一级导线用于平面控制,可作为1~10 km²测区首级控制。光电导线采用全站仪进行测角和量边,全站仪具有强大的测定和放样功能,大大提高了测量的效率。本文总结出一套针对一级导线的全站仪操作流程,并整理相关的标准规范,有助于在进行一级导线测量时有针对性地使用。在进行内业计算时,虽然导线经过平差,但用计算出的导线点坐标反算测量数据,经常不符合。经过对坐标增量闭合差的改正数计算方法的改进,可以进一步减少误差,供广大测量人员参考使用。

参考文献:

[1] 周建邦. 建筑工程测量[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008: 113.
 [2] 潘益民. 建筑工程测量[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012: 121.
 [3] 合肥工业大学测量教研室. 测量学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995: 92-94.
 [4] CJJ/T 8-2011, 城市测量规范[S].
 [5] GB50026-2007, 工程测量规范[S].