

交向导线及在工程测量中的应用前景

郑州市规划勘测设计研究院 李全信

【提要】本文对交向导线的基本原理及在工程测量中的应用进行了论述,给出了计算程序框图,并结合实例提出了实际作业步骤。

【Abstract】The basic principle of intersection traverse and its application in engineering surveying are described in this paper. And the program flowchart is given out and the procedures are also presented with cases.

一、引言

在测量实践中,经常有一部分控制点布设在高尖目标上,这些点具有长期使用的价值,但由于在这些点上设站十分困难,甚至不能设站,因此给这些点的使用带来了麻烦。人们最早解决的办法是利用后方交会法即在待定点上分别观测,至少三个已知点的方向来得到利用这些高尖目标点确定待定点位置的目的。这种方法历史悠久,理论成熟,但却需要待定点至少同时与三个已知点相通视,因而常常不能在所需要的位置上实现定位。由于电磁波测距技术的出现,Rish于80年代初提出了著名的支距法后方交会的布设方法^[1]。我国学者随即对此进行了大量的研究和探讨,并提出了多种解算方法。该布设方法实质是借助于光电测距确定三个待定点的相对位置,尔后分别在三个待定点上分别观测至三个已知点的方向,从而得到解算待定点位置的目的。显然基于后交概念上的这一改进,使得每一待定点仅需与一个已知点通视即可,因此野外应用更加灵活、方便,但也存在待定点数目少、布网效率低等缺点。为了充分发挥光电测距仪或全站仪的优势,笔者于90年代初提出了多点支距法后方交会或多点导后交会的概念^{[2][3]},并于文献[4]中正式命名为交向导线。该布设方法一经提出,即得到了广泛的反应,并相继用于生产实际或教学。为了进一步推广

应用,本文将对交向导线的原理、计算程序及其在工程测量中的应用等问题作进一步阐述。

二、交向导线原理及计算步骤

1. 交向导线原理

所谓交向导线是指导线点布设成如下形式:

如图1,在已知点A、B间布设成不定向导线形式,在实际作业中,不量测待定点与A、B相连的边长,而是在任一待定点 P_k 上与另一已知点C(当然也可以是A或B)联测方向,则各导线点即可确定。当待定点个数仅为3个时,即为所谓的支距法后方交会,当待定点个数仅为1个时,即为后方交会,因此交向导线可看成是这两种布网形式的拓展。从交向导线布网形式不难看出,它具有以下优点:(1)布设灵活。由于它继承了导线布设的优点,因而便于实际作业中使用;(2)不需在已知点上设站,不需量测待定点至已知点的距离,因而对于利用高尖目标上的控制点,尤其方便,且可大大降低

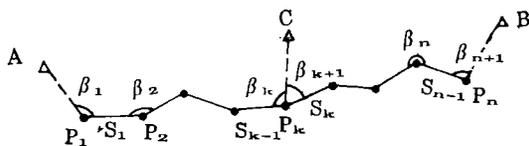


图 1

劳动强度；(3)特殊情况下的交向导线的导线仅需两个已知点即可，因而对控制点的要求很低；(4)能充分发挥全站仪和光电测距仪的快速优点，效率较高。因此交导线对于困难地区的导线布置，具有明显的优越性。

2. 交向导线的计算步骤

交向导线的计算较为复杂，关于解算方法文献[2][3]已有详细叙述，为下文编程引用方便，这里仅给出其主要计算步骤。

如图1，连接 P_1 、 P_k 、 P_k 、 P_n ，则 $A-P_1-P_k-P_n-B$ 即为支距法后交，因此交向导线的解算步骤为：

(1)进行“导线节”的计算，这个过程是将交导线转化为三点支距法后交；

(2)利用直接法解算支距法后交，从而求得 P_1 、 P_k 和 P_n 点的坐标；

(3)用导线法计算各导线点的坐标。

当用程序计算时，存在着多值性的判断问题，文献[4]通过分析找出了简洁的解算方法，这里不再赘述。实际验算表明，这种计算方法简便可行，适合于各种布设形状的交流向导线的解算。

三、程序框图及实例

1. 程序功能

- (1)交向导线的坐标计算；
- (2)后方交会和支距法后方交会的计算；
- (3)绘制观测略图。

2. 程序框图

根据上述交导线原理及计算步骤，我们在PC-1500机上编制完成了相应的计算程序，可满足外业各种情况下的交向导线的坐标解算。其程序框图如图2所示。

3. 使用说明

交导线编号十分简单，中间已知点为 C ，导线两端分别为 A 和 B ，但观测角 $B(I)$ 需为从 $A \rightarrow B$ 方向左角。输入已知坐标后，依导线节依次输入 $B(I)$ 、 $S(I)$ 后，计算机约计算2~5分钟，即可显示出正确结果及图形，操作十分方便。

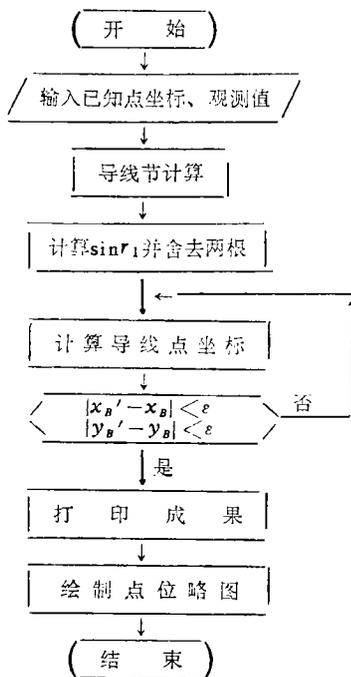


图 2

4. 注意事项

由于交导线无多余观测条件，因此必须进行检核测量。当条件许可时，可量测某待定点到已知点的边长，或在某待定点上连测另一已知方向或 A 、 B 、 C 中任一方向。当测区需布点较多时，可布设成导线网，而在某些导线点上尽量联测较多的已知方向，这样不仅能起到成果检核功能，而且还能提高成果的精度。如果野外条件实在无法校核时，应两次设站测量以确保所求导线点的成果质量。

5. 实例计算

如图3为在某地布设的一个7点交导线，已知点坐标及观测值分别列于表1和表2。

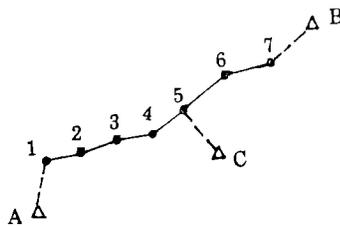


图 3

表 1

点号	x(m)	y(m)
A	76429.636	8665.358
B	79305.810	13399.319
C	77200.574	11737.324

表 2

点号	观 测 角 (° ' ")	边 长 (m)
P ₁	241 25 15.1	594.686
P ₂	181 33 38.1	546.408
P ₃	182 32 44.5	648.296
P ₄	154 00 36.0	619.799
P ₅	267 19 28.7	945.674
P ₆	272 23 31.1	751.576
P ₇	198 14 32.7	
P ₈	160 16 10.9	

将以上数据输入 PC-1500 机, 结果如下。

XA = 76429.636
 YA = 8665.358
 XB = 79305.810
 YB = 13399.319
 XC = 77200.574
 YC = 11737.324

.....IRAUERSE 1

Bdms	S _m
241.25151	594.686
181.33381	546.408
182.32445	648.296
154.00360	619.799
267.19287	

B₁ = 237.18444
 B₂ = 249.32580
 S₁ = 2368.780

.....IRAUERSE 2

Bdms	S _m
272.23311	945.674
198.14327	751.576
160.16109	

B₃ = 280.27407
 B₄ = 170.26340
 S₂ = 1676.071

.....COORONAIIONS.....

Point 1

X = 77247.407
 Y = 8888.102

Point 2

X = 77384.644
 Y = 9466.737

Point 3

X = 77496.214
 Y = 10001.633

Point 4

X = 77600.270
 Y = 10641.523

Point 5

X = 77957.774
 Y = 11147.825

Point 6

X = 78507.060
 Y = 11917.620

Point 7

X = 78730.149
 Y = 12635.323

Point 8

X = 79305.810
 Y = 13399.319

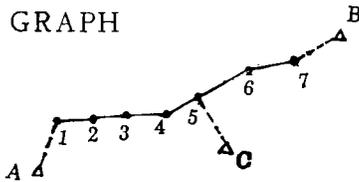


图 4

值得说明的是,如果该例将B点编成A点,A点编成B点,而输入的观测角相应地变成新A→B的左角,则输入计算机后的计算结果与上述完全一样,这也进一步证明了所设计软件的完善性。因此,导线两端点任一点皆可做为A点或B点,只要注意输入相应的左角即可得出正确的结果,因此程序应用十分灵活方便。笔者已利用该程序完成各种形状的交向导导线几十条,皆满足这一要求,其结果正确无误。

四、交向导导线在工程测量中的应用前景

1.在城市测量中,若用交向导导线测量方式加密图根控制,可在高一级导线测量中采用墙上标志中点施测,从而摆脱导线点对路面的依附性,利于导线点的长期保存。这较之城市导线所采用的引测“墙地点”方法简便,精度无损。这在城市测量中的应用,将是一项有深远改革的前景。

2.在地籍测量中,经常有一部分控制点,布设在公用天线、教堂、水塔等高尖目标上。这些点,既不能设站又不可测距。若采用交向导导线能很方便地解决地面导线点的坐标问题,并可以解决工作区位于峡谷中,而控制点在山顶接引时的困难,以减轻作业员的劳动强度,提高工作效率。

3.在地形测量中,布设控制点时,就有意识地测量一些高尖目标作为等级点的坐标位置。然后,用交向导导线来加密图根控制,给测图工作和验收图的质量,带来了方便。同时,做“自由设站法”借助于交向导导线程序,则可很快获得所需测站点的坐标。

4.在煤矿测量中,通常都要利用国家控制点测定矿井井口位置,由于矿区分布在地形复杂,被森林覆盖、能见度较低的山区,而井口在较平坦的地带,国家控制点又在山顶。这时运用交向导导线能很方便地解决加密控制点的问题,效率也高。

综上所述,由于交向导导线具有很强的实用性,尤其是用于城市、矿山、线路测量及地形测量的加密控制,它是一种推广应用的布网方法。笔者正从事其精度估算及布设原则的探讨,热忱欢迎同行们研究和探讨交向导导线及有关问题。

参 考 文 献

- 1 R. F. Rish. 支距法后方交会. 测绘译丛 1981(4)
- 2 李全信. 多点支距法后方交会. 上海测绘, 1991(3)
- 3 李全信. 多点导后交会法. 河南测绘, 1991(1)
- 4 李全信. 交向导导线及其计算程序. 测绘技术, 1992(4)

(上接第17页)

第三、有利于提高桩间土强度,增加复合地基的承载力。如加固中央电视台涿州拍摄基地《三国演义》铜雀台地基时,共施工碎石桩4397根,加固面积2270m²,投料充盈系数1.25,投料量8084m³,地表毫无隆起现象。

2.加固砂土(炉渣填土)地基

如前所述,由里向外施工降低挤密效果,由外向里施工造成差异沉降。而由一侧向另一侧依次施工,既能保证挤密效果,又能消除不均匀沉降。

从施工角度讲,减少桩机错位,提高工作效率。

分析以上三种程序,除灵敏度很大的软粘性土外,其余各种软地基处理,均应采用由一侧向另一侧推移的施工程序。

除以上七个关系外,保护桩与桩体长度也与复合地基质量密切相关,碎石桩设计与施工时均应予以足够重视。

基础外保护桩必须满足建筑物侧应力和抗液化的要求。桩体设计深度须选择良好持力层或按建筑物地基允许变形值确定。

注:本文中《桩尖结构与强度》部分,与第三届全国岩土工程实录交流会《岩土工程实录》王风魁撰写的《振动沉管挤密碎石桩施工中的质量控制》基本相同。特此说明。