

Current Situation of Warm Mix Asphalt

Yuandong HUANG

Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

Abstract: Excel has a strong capability of table-form making and automatic data calculation and so on. In order to increase the efficiency of Closed Traverse Survey data within the industry processing, this thesis study how the powerful Excel wire used in the processing of the measured data, for people to make tedious data measurement brings great convenience, processing at the same time for the actual project data also provides a good reference value.

Keywords: Excel; Closed traverse; Data Processing

Excel 表格在闭合导线测量中的应用

黄原东

重庆交通大学土木工程学院, 重庆, 中国 400074

摘要: Excel 具有强大的制作表格、自动计算数据等功能, 为提高处理闭合导线测量内业数据的效率, 本文研究如何将 Excel 的强大功能应用于闭合导线测量数据的处理中, 为人们进行繁琐的数据计算带来方便, 同时也对于实际的工程测量中数据的处理提供很好的参考价值。

关键词: Excel; 闭合导线; 数据处理

1 引言

Excel 是目前市场上最强大的电子表格制作软件, 它和 Word、PowerPoint、Access 等组件程序一起构成了 Office 办公软件的完整体系^[1]。Excel 不仅具有强大的制作表格、自动计算数据等功能, 还可以通过图表自动显示数据结果, 而且可以与市场上很多软件建立关联, 实现资源共享, 广泛地用于各行各业。其主要作用是制作电子表格, 此外 Excel 还提供的宏功能, 以及用 VBA 编程。宏功能可以执行要频繁执行的操作。大大方便了用户。

导线测量是建立局部地区控制网的常用方法。特别是在通视条件较差的居民区、森林地区和地下工程等的控制测量^[2]。闭合导线是由一个已知控制点出发, 最后仍旧回到这一点。

本文将通过 Excel 的强大的函数功能, 制作闭合导线数据处理表格, 在工程实际中为处理闭合导线测量数据做好充分的准备。

2 Excel 表格在闭合导线测量中的应用

2.1 建立数据输入表

首先打开 Excel 后, 需建立一个表格, 本文中这

个表格是无论闭合导线是左观测角还是右观测角都可以使用。如图 1 所示。

图 1. 数据输入表

2.1.1 选择导线观测角类型

闭合导线测量按观测角类型分为左观测角和右观测角。在 M2 表格中使用了 Excel 的数据筛选功能。建立步骤:

①选择 M2 单元格, 在数据有效性窗口中的有效性条件中选择“序列”。

②得到 M2 表格后, 这样用户只能选择“观测左角”或者“右角”。

2.1.2 利用函数公式构建序号和输入观测角

在“序号”一列，本论文中可以实现序号自动增加的功能。序号随观测角自动增加。以及度分秒可自动换算成以 $^{\circ}$ 为单位。

建立步骤：

① 在 A5 单元格中输入函数公式：
“=IF(AND(C5="",D5="",E5=""),"",1)”。

公式说明：

公式“IF(AND(C5="",D5="",E5=""),"Σ",1)”中，表示当该列观测值的度分秒均没有输入时，显示“Σ”符号，否则序列号为 1。

② 在 A6 单元格输入公式：
“=IF(A5="",,IF(A5="",,IF(AND(C6="",D6="",E6=""),"结束",A5+1)))”

③ 后续的单元格直接可以用自动填充的功能，鼠标指在 A6 单元格右下角显示出十字型时直接向下拖动即可。

2.1.3 已知数据的输入即构建辅助计算框

闭合导线的已知数据可以是两个已知坐标或者是一个已知坐标和一个起始方位角。所以建立一个辅助输入框对于不同条件的已知数据具有很大的方便和兼容性。通过各种条件类型输入到辅助框内，就可以自动转换成熟悉的已知坐标和已知方位角并自动显示在数据输入框中，非常方便与直观。

建立步骤：

① 在 M6 单元格输入函数公式为：
“=IF(OR(K2="闭合"),IF(AND(F5="",F8=""),"",观测数:&COUNT(F5:F204)),)”)。

公式说明：

M6 输入公式：“IF(OR(K2="闭合"),IF(AND(F5="",F8=""),"",观测数:&COUNT(F5:F204)),)”)中，表示当导线类型是附和或者闭合时，如果没有输入观测角，那么观测数为 0，然后有多少观测角，自动统计出观测数有多少，方便算闭合导线角度闭合差以及限差，还有就是更直观。其中&为连接符，使表格更直观。

② 在 L9 单元格输入公式为
“=IF(AND(N9="",O9="",P9=""),,ROUND(N9+O9/60+P9/3600,7))”。

公式说明：

在 A6 单元格输入公式：

“IF(AND(N9="",O9="",P9=""),,ROUND(N9+O9/60+P9/3600,7))”后，表示把输入的以度分秒为单位的

起始方位角转换为以度为单位。并保留七位小数。然后向下拖动填充可得到 L10，即终点方位角。

③ 表格 M13 输入公式为：

“=IF(AND(O13="",P13="",O14="",P14=""),,IF(DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13)))<0,DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13)))+360,DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13))))”)。

公式说明：

M13=

“IF(AND(O13="",P13="",O14="",P14=""),,IF(DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13)))<0,DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13)))+360,DEGREES(ATAN2((O14-O13),(P14-P13))))”)功能是算出给定的两个起始坐标的起始方位角。然后算出其方位角后就可以为后续的推算方位角做基础。其中用到了 IF 函数做判断。因为方位角的范围是 $0-360^{\circ}$ ，所以当用 ATAN 函数计算出的角 $<0^{\circ}$ 时，应加上 360° 。同理 M16=“IF(AND(O13="",P13="",O14="",P14=""),,IF(DEGREES(ATAN2((O16-O15),(P16-P15)))<0,DEGREES(ATAN2((O16-O15),(P16-P15)))+360,DEGREES(ATAN2((O16-O15),(P16-P15))))”)可以算出两终点坐标的终点方位角。

④ N13 输入公式为：

“=IF(AND(O13="",P13="",O14="",P14=""),,ROUND(SQRT((O13-O14)^2+(P13-P14)^2),3))”。

公式说明：

“IF(AND(O13="",P13="",O14="",P14=""),,ROUND(SQRT((O13-O14)^2+(P13-P14)^2),3))”公式是用来计算出两个坐标直接的距离。

⑤ 同理 N16 输入公式为：

“IF(AND(O15="",P15="",O16="",P16=""),,ROUND(SQRT((O15-O16)^2+(P15-P16)^2),3))”也是计算两坐标之间的距离。

以上所有公式、函数、表格就构成了数据输入工作表。本文中所做数据输入工作表非常实用，而且可以输入大量数据，给予测量工作者方便、快捷、直观和准确。有很大的实用价值[3]。

在输入完观测角、距离、已知方位角和坐标后数据输入表就完成了，然后在计算成果工作表就可得到计算结果。在把已知数据输入完成后，后面就可在编

制好的“计算成果”表格中自动计算出数据。如图 2 和图 3 所示。分别为闭合导线左观测角和闭合导线右观测角的原始测量数据输入“数据输入”表。

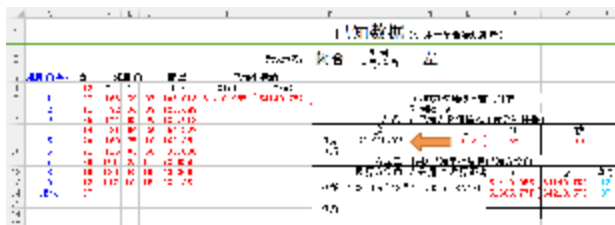


图 2. 左观测角原始数据

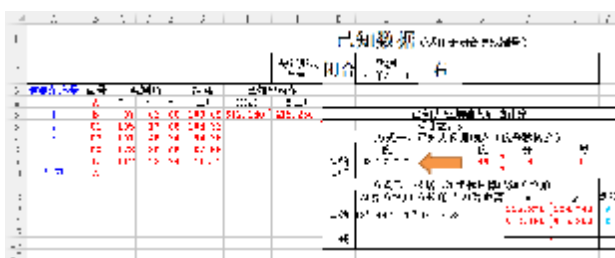


图 3. 右观测角原始数据

2.2 建立计算成果表

在“数据输入”表格建立好后，然后输入数据，在“计算成果”表中就可以自动计算数据。如图 4 所示。

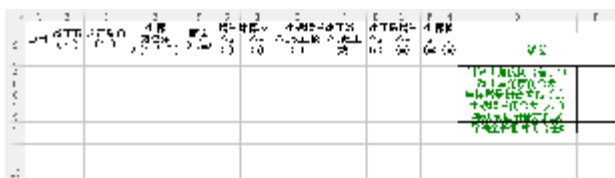


图 4. 计算成果表

2.2.1 角度闭合差的计算和调整

由于导线形式为闭合导线。因此计算角度闭合差为闭合导线的角度闭合差。

构建步骤：

①自动生成点号序列

在 A3 单元格输入：“=IF(AND(数据输入!B5="",数据输入!B4<>""),"Σ",IF(数据输入!B5="",,数据输入!B5))”。

公式说明：

当数据输入工作表 B5 单元格为空白和数据输入

表 B4 不为空时，就显示求和符号Σ，当不同时满足条件时，当数据输入表 B5 单元格为空白，该 A3 单元格显示空，否则就等于数据输入工作表 B5 单元格。A3 单元格开始往下自动填充即可。

②计算角度闭合差

在 P4 单元格输入：“=IF(数据输入!K2="闭合",IF(数据输入!M6="",,ROUND((SUM(数据输入!F5:F504)-(COUNT(数据输入!F5:F500)-2)*180)*3600,0)),)。”

公式说明：

该公式包含有 IF 函数、ROUND 函数、COUNT 函数，其中 IF 函数嵌套 2 层关系式，所以该公式比较复杂。是闭合导线角度闭合差的计算，闭合导线的角度闭合差只包含一种情况，其为所有的观测内角之和与 n 边形的内角和的差，所以无论左角还是右角，所示，所以在上述 EXCEL 公式里，表示该种情况均为此函数。求和函数 SUM 这里的作用是当对所有的观测角求和，这里设置的是方位角最多输到第五百行。COUNT 函数统计观测角的个数，求出闭合多边形的内角和。再根据闭合差公式求出闭合导线的闭合差即等于观测角总和减去多边形理论内角和，以秒为单位。ROUND 函数这里的作用是使四舍五入后的小数个数为 0。

③计算角度改正数以及角度改正数之和

在计算成果表的 B4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$B3:\$B4),IF(数据输入!\$K\$2="",,IF(数据输入!F5="",,,-\$P\$4/COUNT(数据输入!\$F\$5:\$F\$500))))”

公式说明：

该公式把计算改正数和计算改正数之和两种功能合二为一。

④计算改正后的角并对其求和

在 C4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$C3:\$C4),IF(数据输入!\$K\$2="",,IF(AND(数据输入!C5="",数据输入!D5="",数据输入!E5=""),,ROUND(数据输入!F5+计算成果!B4/3600,7))))”。

公式说明：该公式根据观测角和改正数计算改正后的角度。否则计算其观测角之和。

⑤计算改正后角度闭合差

在 P5 单元格输入：“=IF(数据输入!K2="闭合",IF(数据输入!M6="",,ROUND((VLOOKUP("Σ", \$A\$3:H201,3,0)-(COUNT(数据输入!F5:F204)-

2)*180)*3600,0)),""))”。

2.2.2 方位角的计算

计算方位角有两种情况，导线边观测的角分为左角和右角[4]。当算出的坐标方位角大于 360° ，减去 360° ；如果坐标方位角小于 0 ，就加上 360° 。

构建步骤：

①在 D3 单元格输入：“=IF(数据输入!H5="", "", 数据输入!H5)”。利用该公式得到已知的起始方位角。

②在 D4 单元格输入：“=IF(A4="Σ", "", IF(数据输入!\$K\$2="", "", IF(数据输入!\$M\$2="左", IF(OR(C4="", D3=""), "", IF(D3+C4+IF(D3+C4>180, -180, 180)>360, D3+C4+IF(D3+C4>180, -180, 180)), IF(数据输入!\$M\$2="右", IF(OR(C4="", D3=""), "", IF(D3-C4+IF(D3-C4>180, -180, 180)>360, D3-C4+IF(D3-C4>180, -180, 180))))))”

公式说明：

该公式就是计算每条边的方位角公式。用了大量的 IF 函数判断。如果该行 A4 单元格为“Σ”则，该单元格为空。然后再根据观测的左角或者右角分别用计算方位角的公式来求方位角。并使方位角在 0 至 360 之间。最后自动向下填充复制该列单元格即可。

③在 E3 单元格输入：
“=IF(D3="", "", CONCATENATE(INT(D3),
",IF(INT((D3-
INT(D3))*60)<10, CONCATENATE("0", INT((D3-
INT(D3))*60)), INT((D3-INT(D3))*60)),
",IF(ROUND(((D3-INT(D3))*60-INT((D3-
INT(D3))*60))*60,0)<10, CONCATENATE("0", ROUND(
((D3-INT(D3))*60-INT((D3-
INT(D3))*60))*60,0)), ROUND(((D3-INT(D3))*60-
INT((D3-INT(D3))*60))*60,0)), ""))”该公式将起始的
已知方位角转换为以度分秒为单元的方位角。

④在 E4 单元格中输入：“=IF(A4="Σ", "", IF(D4="", "", CONCATENATE(INT(D4),
",IF(INT((D4-
INT(D4))*60)<10, CONCATENATE("0", INT((D4-
INT(D4))*60)), INT((D4-
INT(D4))*60)), "", IF(ROUND(((D4-INT(D4))*60-
INT((D4-
INT(D4))*60))*60,0)<10, CONCATENATE("0", ROUND(
((D4-INT(D4))*60-INT((D4-
INT(D4))*60))*60,0)), ROUND(((D4-INT(D4))*60-
INT((D4-INT(D4))*60))*60,0)), ""))”

INT(D4))*60))*60,0)<10, CONCATENATE("0", ROUND(
((D4-INT(D4))*60-INT((D4-
INT(D4))*60))*60,0)), ROUND(((D4-INT(D4))*60-
INT((D4-INT(D4))*60))*60,0)), ""))”。

该公式将同一行计算出的方位角该为以度分秒显示。然后向下填充。

2.2.3 坐标增量计算和调整

在输入距离后，再根据方位角就可以计算中坐标增量、导线全长闭合差以及坐标增量改正数等。为计算坐标做准备。

构建步骤：

①计算 X 坐标增量 Δx 或 $\sum \Delta x$

在 G4 单元格中输入：“=IF(A4="Σ", SUM(\$G3:G\$4), IF(数据输入!\$K\$2="", "", IF(数据输入!\$K\$2="闭合", IF(OR(F4="", 计算成果!D3=""), "", ROUND(F4*COS(RADIANS(计算成果!D4)), 4))))”

公式说明：

该公式也是用 IF 函数判断，当 A4 单元格出现“Σ”，该公式计算其坐标增量之和。当导线类型为闭合导线时根据其坐标增量计算公式自动计算其坐标增量 Δx 或者坐标增量之和 $\sum \Delta x$ ，然后再向下填充该列单元格即可。

②计算 y 坐标增量 Δy 或者 y 坐标增量之和 $\sum \Delta y$

在 H4 单元格输入：“=IF(A4="Σ", SUM(\$H3:H\$4), IF(数据输入!\$K\$2="", "", IF(数据输入!\$K\$2="闭合", IF(OR(F4="", 计算成果!D3=""), "", ROUND(F4*SIN(RADIANS(计算成果!D4)), 4))))”。

公式说明：

该公式与计算 x 坐标增量类似，在输入上述公式后，就可计算出该单元格闭合导线。

通过输入上述公式计算出的横、纵坐标增量。

③计算 x 坐标增量闭合差 f_x

在 P6 单元格输入：“=IF(数据输入!\$K\$2="闭合", IF(OR(G4="", H4=""), "", (VLOOKUP("Σ", \$A\$3:H201, 7, 0))), ""))”。

公式说明：

VLOOKUP("Σ", \$A\$3:H201, 7, 0)表示在 A3 单元到预设的 H201 组成的数组内查找“Σ”，并拾取其第 7 列的 $\sum \Delta x$ 。最后即可求得闭合差 f_x 。

④计算 y 坐标增量闭合差 f_y

在 P7 单元格输入：“=IF(数据输入!\$K\$2="闭合",IF(OR(G4="",H4=""),"",(VLOOKUP("\$A\$3:H201,8,0))),""))”。

该公式与计算 f_x 类似，可以计算出 f_y 。

⑤计算导线全长闭合差 f

在 P8 单元格输入：“=IF(OR(P6="",P7=""),"",±"&ROUND(SQRT(P6^2+P7^2),4))”

即对 x、y 坐标增量闭合差的平方和再开方，再用“&”连接符使开方结果前加上“±”号。

⑥计算导线全长相对闭合差 K

在 P9 单元格输入：“=1"&"/"&ROUND(1/(SQRT(P6^2+P7^2)/(VLOOKUP("\$A\$3:H201,6,0))),0)”。

利用该公式可以计算出全长相对闭合差，且转换为分子为 1，分母为整数的形式^[4]。在输入上述的单元格后，可得到各种误差计。

⑦计算 x 坐标增量改正数或者求 x 坐标增量改正数之和

在 I4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$I3:I\$4),IF(数据输入!\$K\$2="闭合",IF(OR(G4="",H4=""),"",-(VLOOKUP("\$A\$3:H200,7,0))*F4/(VLOOKUP("\$A\$3:H200,6,0))),""))”。

公式说明：

第一个 IF 函数用于判断，计算出的坐标增量改正数之和应等于坐标增量闭合差 f_x 的相反数。以做检核。

⑧计算 y 坐标增量改正数或者求 y 坐标增量改正数之和

在 J4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$J3:J\$4),IF(数据输入!\$K\$2="闭合",IF(OR(G4="",H4=""),"",-(VLOOKUP("\$A\$3:H200,8,0))*F4/(VLOOKUP("\$A\$3:H200,6,0))),""))”。

该公式与计算 x 坐标增量改正数或者求和 I4 单元格公式类似。通过公式求得改正数，并求坐标增量之和与坐标增量闭合差以做核对。最后向下填充该列其余单元格。

在输入上述公式后，可得到坐标增量改正数的计算成果。

⑨计算改正后的 x 坐标增量或者求其和

在 K4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$K3:K\$4),IF(G4="", "",G4+I4))”。

公式说明：

该公式可以根据坐标增量和其改正数求其改正后的坐标增量，然后对所有坐标增量求和。最后向下填充即可设置该列剩余单元格格式。

⑩计算改正后的 y 坐标增量

在 L4 单元格输入：“=IF(A4="Σ",SUM(\$L3:L\$4),IF(H4=" ", " ",H4+J4))”。

该公式与 K4 单元格公式类似。最后向下填充可求出 y 改正后的坐标增量，并求其和。

2.2.4 坐标计算

在计算出各坐标增量后，再根据已知起始坐标就可逐步推算出各点坐标。

①计算 x 坐标

在 M3 输入：“=IF(数据输入!I5="", "",数据输入!I5)”，使之等于输入的起始已知坐标。

在 M4 输入：“=IF(A4="Σ", "",IF(OR(M3="",K4=""), "",K4+M3))”，就可算出该点的 x 坐标，再向下填充后计算的最后一行的坐标等于已知坐标。

②计算 y 坐标

在 N3 输入：“=IF(数据输入!J5="", "",数据输入!J5)”，使之等于输入的起始 y 坐标。在 N4 输入：“=IF(A4="Σ", "",IF(OR(N3="",L4=""), "",L4+N3))”，就可算出该点的 y 坐标，然后再向下填充该列剩余单元格。

在输入上述公式后，就可以计算闭合导线出各点的坐标。

2.3 数据处理结果

2.3.1 闭合导线（左转折角）

闭合导线当转折角左角时，将已知数据输入工作表后，闭合导线（左转折角）结果在“计算成果”工作表中显示。如图 5 所示。

2.3.2 闭合导线（右转折角）

闭合导线当转折角为右角时，将已知数据输入“数据输入”工作表后。将数据输入“数据”输入表后，闭合导线（右转折角）结果在“计算成果”工作表中显示。如图 6 所示。

3 讨论

传统的导线测量内业计算是利用手工或者计算器计算，在计算闭合差、方位角和坐标时，工作效率低、易出错^[5]。而新兴的专业导线测量计算软件如平差易、清华三维等^[6]，其计算导线测量数据虽然快捷、准确，但是正版软件价格昂贵，且输入的数据格式固定，灵活性差，无法根据个人的需求去更改计算公式。因此无法根据计算公式来检查错误。因此本论文将根据准确、灵活、方便和可操作性强的原则，将 Excel 表格强大功能应用于导线测量中。特别是 Excel 函数功能，它在数据整理、计算、统计、查询、转换、分析等过程中具有举足轻重的地位。

点号	改正后坐标	坐标值		
	Δx	Δy	x	y
1			513.103	-15.563
2	-62.5726	+71.7675	545.66	-16.257
3	-11.6247	-43.1334	548.886	241.17
4	+23.3312	-21.3027	572.309	250.282
5	163.3372	21.3027	636.299	333.729
6	173.3372	133.5100	712.133	315.363

图 5. 左观测角处理结果

点号	改正后坐标	坐标值		
	Δx	Δy	x	y
1			513.103	-15.563
2	-62.5726	+71.7675	545.66	-16.257
3	-11.6247	-43.1334	548.886	241.17
4	+23.3312	-21.3027	572.309	250.282
5	163.3372	21.3027	636.299	333.729
6	173.3372	133.5100	712.133	315.363

图 6. 右观测角处理结果

4 结语

本文应用 Excel 强大的函数功能，从输入已知数据、进行简易平差、计算方位角、计算测点坐标到计算误差都是利用了其强大的函数功能^[7]。通过本论文不仅能熟练掌握工程中涉及到的导线测量类型、简易平差计算的步骤而且能精通 Excel 表格中的函数功能以及能自动处理闭合导线的计算。而且对于其它只要能利用函数公式计算的问题都可以用 Excel 计算，将原始数据录入 Excel 的电子表格从而完成数据处理和检核等全部工作，研究成果对减少测量劳动强度，同时也说明了 Excel 能够以我国所习惯的表格形式直观地体现出计算过程与计算结果，数据处理灵活多变，很适应我们的测量计算，能够非常轻松地取代计算器的所有功能，使我们能够彻底脱离计算器手工计算。对于提高计算结果的准确性具有实际意义。

References (参考文献)

- [1] 兴图科技产品研发中心. 中文版 Excel2007 基础与上机实训 [M]. 南京: 南京大学出版社, 2007. 1-12
- [2] Microsoft corporation. 《Microsoft office excel 帮助》, 2003 年
- [3] 刘均华, 陈晓鹏, 杨穆尔, 等. Excel2003 / XP 高级案 [M]. 吉林: 吉林电子出版社, 2005.
- [4] 陈学平, 周春发. 实用工程测量[M].北京: 中国建筑工业出版社, 2002. 98-105
- [5] 王依, 过静琚. 现代普通测量学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.94-110
- [6] 李朝奎, 李爱国. 工程测量学[M].长沙: 中南大学出版社, 2002. 84-87
- [7] 武汉测绘科技大学《测量学》编写组. 测量学[M].北京: 测绘出版社, 2010. 180-189 张军翔.Excel2010 函数·公式查询与应用宝典[M].北京: 机械工业出版社, 2012 年
- [8] Valentine, W. (1984). " Practical Traverse Analysis." [M].J. Surv. Eng., 110(1), 58 - 65
- [9] Lluich, J. (2009) Visualization of Repetitive Construction Activities in Excel[J]. Computing in Civil Engineering (2009): pp. 603-612.