

文章编号:0494-0911(2005)02-0036-03

中图分类号:P207.2

文献标识码:B

Excel 用于工程控制网平差

李泽球

(武汉电力职业技术学院,湖北 武汉 430079)

Engineering Control Network Adjustment Based on Excel

LI Ze-qiu

摘要:介绍应用 Excel 进行工程控制网严密平差的方法及优点。

关键词:程序计算;控制网;严密平差;Excel

一、引言

相对而言,大多数工程控制网网型不大,未知点个数较少,但布网灵活,因为地形条件或工程需要,将导线网和三角网结合起来布设,三角网加测边长,测边网加测角度,对方向、边长采用不等权观测等。但这种灵活性往往给工程控制网的数据处理带来麻烦,如修改原来的平差程序,或重新编写平差程序。工程控制网的这些特点使得其平差计算非常适合在 Excel 中进行。Excel 可以用于各级各类工程控制网的严密平差。和目前常用的程序平差相比,应用 Excel 进行工程控制网平差既不需要专用的程序和软件,也不需要用到计算机程序语言,直接应用严密平差公式和 Excel 的功能就可以完成平差,在速度上不逊于应用软件程序。在 Excel 中平差的过程与传统的手算表格近似,过程清楚,界面直观,检查修改方便。特别是即输即算,对于不同网型,不同数据具有较大的灵活性。

二、平差过程

应用 Excel 进行平差计算的过程实际上就是输入数据和输入公式的过程。关键是充分利用 Excel 所具有的功能,使平差计算变得更为简便。

1. 观测数据输入

首先,将观测数据输入到观测数据列,一个观测数据占一行。观测数据的前一列为观测数据的编号。编号应包含数据涉及的控制点的信息,为下一步近似坐标计算和组成方向误差方程式查找相关数据提供方便。

2. 近似坐标计算

不同的网形近似坐标计算方法不一样。以三角网为例,常采用余切公式计算。在算完一个未知点坐标之后,以点号为信息基础,应用复制和选择性粘贴功能,能很快地算出所有未知点的坐标。其他网型的近似坐标计算也具有同样的特点。

3. 误差方程式组成

误差方程的系数列于观测数据之后,与观测数据同行,一个未知数一列。各列输入的公式要充分利用 Excel 的功能,既要满足数值计算的准确性,又要满足拖动计算的需要。这样,在第一个误差方程式组成后,利用 Excel 的拖动功能,就可以很轻松地拖动组成所有的误差方程式。

4. 法方程解算

传统的方向平差常采用史赖伯法则消除定向角未知数,是为了减少法方程的阶数,以减少计算量和储存量。在 Excel 中,对于工程控制网来说,为了计算上的方便,可以不必要这样做。组成和解算法方程时将定向角未知数和坐标未知数一并解出。由于 Excel 具有矩阵计算功能,所以,法方程的组成和解算只需要输入一个矩阵公式就够了,未知数的计算十分简单。当未知数不超过 15 个时,还可以直接用 Linest 函数完成从组成法方程,解算法方程,评定解算参数的中误差的全部过程。

5. 精度评定

精度评定也就是一个常用公式,即输即算。未知数中误差可用矩阵计算。控制网观测有不同的元素(边长和方向)时,还可以利用 Excel 中的迭代计算功能进行方差分析,使验前验后方差一致,最终确定控制网计算的惟一结果。

收稿日期:2003-11-21

作者简介:李泽球(1954-),男,湖北武汉人,高级讲师,主要从事工程测量专业教学工作。

三、实 例

以三角网按方向间接平差为例。图 1 为一个附合三角锁,网中共有 4 个已知点和 4 个未知点,观测方向 26 个,未知数 16 个,包括 8 个定向角未知数和 8 个坐标未知数。

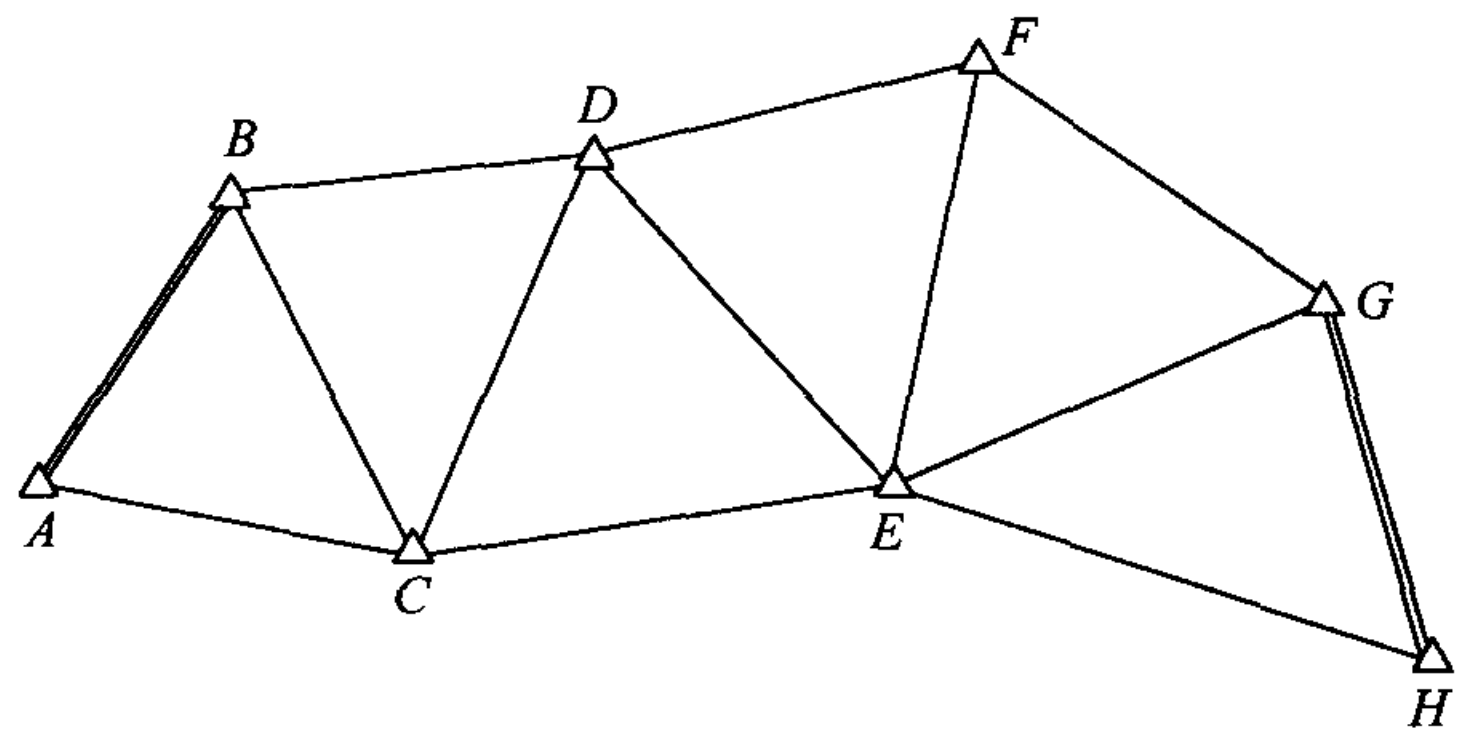


图 1 控制网略图

在表 1 中,已知数据和观测数据用黑体表示,其他均为计算数据。限于页面幅面,误差方程系数部分隐藏未打印出。法方程解算结果另行列表附后,并省略定向角未知数。

近似坐标计算表以三角形为单元计算,第 1 列为点号,按逆时针排列。第 2 列为点号对应的角度,表中以弧度表示(Excel 中的角度计算以弧度为单位),由查找函数以相关点号为依据,直接从观测方向值中查找并计算求得。第 3,4 列为点号对应的坐标,近似坐标按余切公式计算。第 1 个三角形计算完后,采用选择性粘贴计算其他三角形。选择性粘贴是以三角形点号为依据的,所以要求各三角形点号编排的相对关系一致,以免出错。

表 1 平差计算表

近 似 坐 标 计 算/m				方向	观测方向/($^{\circ}$)	$L/(^{\circ})$	$V/(^{\circ})$	平差方向/($^{\circ}$)
B	0.93	12 035.008	3 158.568	DB	0 00 00.0	0.00	0.799	0 00 00.0
A	1.44	11 360.670	5 747.010	BC	45 23 21.3	0.00	0.445	45 23 20.9
C	0.77	14 419.782	6 125.319	BA	98 47 05.3	0.00	-1.244	98 47 03.3
B	0.79	12 035.008	3 158.568	AB	0 00 00.0	0.00	2.474	0 00 00.0
C	1.32	14 419.782	6 125.319	AC	82 26 51.7	0.00	-2.474	82 26 46.8
D	1.03	16 307.703	3 593.873	CA	0 00 00.0	0.00	0.281	0 00 00.0
D	1.71	16 307.703	3 593.873	CB	44 09 29.9	-5.60	1.318	44 09 30.9
C	0.72	14 419.782	6 125.319	CD	119 39 00.9	-5.60	-1.577	119 39 59.0
E	0.72	19 082.530	5 118.515	CE	160 46 02.2	-5.60	-0.023	160 46 01.9
D	1.14	16 307.703	3 593.873	DF	0 00 00.0	0.00	-1.139	0 00 00.0
E	1.31	19 082.530	5 118.515	DE	65 08 46.1	0.00	1.463	65 08 48.7
F	0.69	20 170.501	750.202	DC	163 04 28.0	0.00	0.713	163 04 29.9
				DB	222 10 40.7	-5.00	-1.037	222 10 40.8
G		23 127.865	4 342.492	EC	0 00 00.0	0.00	-1.210	0 00 00.0
H		21 044.454	8 422.826	ED	40 58 16.1	0.70	-1.315	40 58 16.0
				EF	116 10 11.5	0.70	1.346	116 10 14.1
				EG	181 19 34.7	-3.60	-0.412	181 19 35.5
				EH	251 28 49.5	16.29	1.590	251 28 52.3
				FG	0 00 00.0	0.00	-0.051	0 00 00.0
				FE	53 27 04.3	-9.51	0.457	53 27 04.8
未知点坐标平差值/m				FD	93 06 18.4	-5.11	-0.406	93 06 18.0
X	Y	m		GH	0 00 00.0	0.00	2.930	0 00 00.0
C	14 419.671	6 125.230	0.049	GE	52 05 40.7	-9.47	-1.790	52 05 36.0
D	16 307.488	3 593.893	0.054	GF	113 29 13.8	3.74	-1.140	113 29 09.7
E	19 082.223	5 118.477	0.042	HE	0 00 00.0	0.00	0.041	0 00 00.0
F	20 170.244	750.166	0.068	HG	57 45 07.3	-13.22	-0.041	57 45 07.2
单位权中误差 μ			2.12"					

误差方程系数矩阵列在观测方向后,共 16 列,每列对应 1 个未知数。计算系数一个简单的办法就是算什么输什么,但这样做比较麻烦。可以利用

Excel 的查找函数,以方向端点为依据,查找有关数据并计算。这样,每列只在第 1 行输入计算公式即可,其他行的系数利用拖动功能一拖即出。常数项

也可以设计成拖动计算。

法方程的组成与解算、观测方向改正数计算、未知数中误差计算均直接输入矩阵公式计算,简单快

捷。

坐标改正数及其中误差如表 2。

表 2

	δX_C	δY_C	δX_D	δY_D	δX_E	δY_E	δX_F	δY_F
X	-0.111	-0.088	-0.215	0.021	-0.307	-0.038	-0.258	-0.036
m	± 0.043	± 0.024	± 0.047	± 0.027	± 0.033	± 0.026	± 0.047	± 0.050

四、应用 Excel 平差的特点

和目前常用的程序平差相比,在 Excel 中进行控制网平差具有很多明显的优点。

1. Excel 是 Windows 操作系统的常用应用软件。在任何一台装有 Windows 系统的电脑上都可以进行控制网平差。因为不需要专门的软件和环境,在电脑成为普及性办公设备的今天,应用 Excel 进行平差计算就显得特别方便。

2. 在 Excel 中进行控制网平差,不依赖计算机语言,不需要编写计算机计算程序。这就节省了用程序计算时程序编写和调试需要花掉的大量时间。Excel 有很丰富的函数功能,控制网平差只需要用到其中有关的数学函数、三角函数、查找引用函数以及少量的信息函数和文本函数,按照严密平差的过程及公式,即输即算。

3. Excel 的最大特点是能进行矩阵运算。控制网平差中涉及大量的多阶线性方程求解,矩阵运算功能就给平差计算带来极大方便。例如,在矩阵运算中,法方程的组成、检验和解算,只需要输入两个极其简单的矩阵公式就能完成。

4. Excel 的另一个重要特点是拖动计算功能。这个功能对于平差计算也十分有用。例如组成误差方程式时,只要组成第 1 个观测误差方程式,对其他 $n-1$ 个误差方程式只需一拖即可完成(当然要设计好输入公式的组合才能做到这一点)。对于 Excel 来说,组成一个观测误差方程式,与组成几十个,几百个观测误差方程式所花的时间几乎是一样的。在控制网平差中还有近似坐标计算,三角形闭合差计算,平差坐标计算等都可以充分利用这个功能。这也是在 Excel 中进行平差计算速度快的一个重要原因。

5. Excel 采用表格形式进行平差计算。已知数据,观测数据,大量的中间数据和最后的成果数据分列于表中,在界面上与传统的手算平差表格形式非

常接近,清晰直观,便于检核和修改。

6. 在 Excel 中能很方便地进行方差分析。Excel 具有自动迭代计算功能,启动这个功能,方差分析十分方便。方差分析的目的在于评定精度指标不依赖人为的因素,不依赖先验方差估计的正确与否,仅取决于控制网观测的精度,并且只有一个惟一的结果。方差分析符合严密的统计学原理,是控制网严密平差的一个重要内容。

7. 在 Excel 中平差具有很强的灵活性。平差过程完全按传统平差步骤,以常用平差公式为基础,算什么就输什么公式,适合工程测量范围内的各级各类控制网的严密平差,包括三角网、导线网、测边网、边角网、线形锁、混合网。

在 Excel 中进行工程控制网平差,虽然不涉及计算机语言,但在平差功能和速度上不逊于编程上机计算。一种网形首次平差的速度取决于数据和公式的输入速度。同类网形不同的控制网可在类似计算的基础上进行,只需要输入数据和调整容量。调整容量是指两次平差对象的数据多少的差别引起行数和列数的调整。因为具有拖动功能,所以公式不必重输。在类似计算的基础上,一个 20 多个未知数的工程控制网平差,包括输入数据,调整容量,方差迭代,两个小时左右可以完成。根据笔者应用的情况看,在 Excel 中进行平差计算的主要缺点是不适合未知数个数超过 100 的大型控制网的平差计算。实际生产中,绝大多数工程控制网未知数的个数少于 100。所以,在 Excel 中进行平差计算,对一般工程控制网来说,应该是足够了。

参考文献:

- [1] 吴俊昶,等.控制网测量平差[M].北京:测绘出版社,1985.
- [2] 吕 屏,等.Excel2000 中文版实例与疑难解答[M].北京:电子工业出版社,2000.