

运用 EXCEL “规划求解”功能简化测量中的极值计算*

肖龙鑫¹ 邹有建² 蒋志胜¹

(1. 浙江省象山县测绘设计院 浙江 宁波 315700; 2. 杭州经纬测绘有限公司 浙江 杭州 310051)

摘要: 测量工作中很多计算都会涉及到极值的问题,如最小二乘法和优化计算。基于此,以位移观测基准点的布设方案优化、4 参数求解、水准网平差为例,详细介绍了如何运用 EXCEL 中的规划求解功能,简单快速地完成测量中有关最小二乘法和优化等方面的计算。虽然只介绍了 3 个实例,但只要灵活、巧妙地运用,可以解决如 7 参数、多项式拟合、高程拟合参数、航测外方位元素、平面和高程网平差、控制网方案优化等诸多工程问题。

关键词: EXCEL; 规划求解; 最小二乘法; 4 参数; 水准网平差; 位移观测; 基准点

中图分类号: 文献标识码: B 文章编号: 1007-9394(2012)01-0041-02

Simplify the Surveying Extremum Calculating with Programming Solver of EXCEL

XIAO Long-xin¹, ZOU You-jian², JIANG Zhi-sheng¹

(1. Xiangshan County Design Institute of Surveying and Mapping, Ningbo Zhejiang 315700, China; 2. Hangzhou Jinwei Surveying and Mapping Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310051, China)

Abstract: A lot of algorithms used in surveying concerns the extremum problem, such as least square method and optimizing calculation. This paper introduces in detail using EXCEL programming solver function, for example in the layout optimization of displacement observation of reference point, 4 parameters solver, and leveling network adjustment, to finish in simplicity the calculation of least squares method and optimizing. The paper introduces three examples, using dexterously and neatly these methods in EXCEL which can work out as following questions: 7 parameters, multinomial fitting and elevation fitting parameters, element of exterior orientation of aerial survey and control network project optimizing, etc.

Key words: EXCEL; programming solver; least squares method; four parameter method; adjustment of leveling network; displacement observation; reference point

0 引言

测量工作中很多计算都会涉及到极值问题,比如最小二乘法和优化计算。此类计算均比较烦琐,需要消耗大量的工作而且容易出错。EXCEL 中的规划求解功能可以方便快速地解决许多测量中的计算问题,灵活、巧妙地运用它能使烦琐的计算最大限度地简单化。本文以位移观测基准点的布设方案优化、4 参数求解和水准网平差为例,详细介绍了如何运用 EXCEL 中的规划求解功能,简单快速地完成测量中有关最小二乘法和优化计算,希望能起到抛砖引玉的效果。

1 规划求解功能简介

规划求解是 EXCEL 的一个宏,使用之前必须先加载。规划求解即通过调整直接或间接与目标单元格中公式相关联的“可变单元格”的值,最终在“目标单元格”中得到所期望的结果,并

可在创建模型的过程中,对可变单元格和与可变单元格相关联的其它单元格进行条件约束。

2 实例 1: 位移观测基准点的布设方案优化

2.1 实例 1 概况

经坐标系旋转后,如图 1 所示,拟在海塘上埋设两座强制观测墩 A、B,采用标称精度为 1" 的经纬仪对码头上 P₁、P₂、P₃ 3 个位移观测点进行角度前方交会,要求坐标中误差 ≤ 10 mm。海塘上可埋设观测墩的范围如图 1 下方的虚线框所示。P₁、P₂、P₃ 和 J₁、J₂ 点的概略坐标已知。

假设只考虑水平角观测误差,前方交会点 P 的坐标中误差计算公式为^[1]:

$$m_p = \pm \frac{m_\beta \cdot D}{\rho'' \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta} \quad (1)$$

式中: m_β = 1", 即测角中误差; ρ'' = 206 265; D 为 A、B 间距离。经

* 收稿日期: 2011-07-20

820	820	0.000 820.000 0.000(中桩点)
15	15	, - 10.949 819.934 , - 4.544(线路左侧断面点)
16	16	, - 6.741 819.912 , - 1.525
17	17	, - 3.989 819.948 , - 0.727
18	18	, - 3.426 819.958 , - 0.204
19	19	1.757 819.953 0.034(线路右侧断面点)
20	20	6.182 819.977 3.593
800	800	0.019 800.094 0.041(中桩点)
801	801	, - 10.592 800.111 , - 5.138(线路左侧断面点)
802	802	, - 9.982 799.916 , - 2.516
803	803	, - 8.466 799.976 , - 2.145
804	804	, - 6.356 799.919 , - 0.789
805	805	, - 1.806 799.957 , - 0.740
806	806	2.999 800.087 3.705(线路右侧断面点)
807	807	9.983 799.930 8.005
808	808	12.315 799.991 9.771(线路右侧断面点)
2) 提交成果如下:		
LK0 + 840		
1.751 - 1.206 4.813 - 1.001 7.413 - 3.587 10.877 - 4.342 999(线路左侧平距 高差)		
4.95 0.645 54.003 - 3.852 44.561 - 5.202 999(线路右侧平距 高差)		
LK0 + 820		

3.426 - 0.204 3.989 - 0.727 6.741 - 1.525 10.949 - 4.544 999
1.757 0.034 6.182 3.593 999
LK0 + 800
1.806 - 0.74 6.356 - 0.789 8.466 - 2.145 9.982 - 2.516
10.592 - 5.138 999
2.999 3.705 9.983 8.005 12.315 9.771 999
3) 成果转换
根据全站仪实测自定义坐标系坐标数据在 CASS 中展绘点 按设计的中桩坐标旋转、平移后提取所有点的实测坐标供设计参考。

6 结束语

按照文中所述方法, 测设了某地区高速公路断面, 各项精度指标均满足设计要求。其中, 平面坐标测量中误差小于 10 cm, 高程测量中误差小于 5 cm^[2,3]。说明利用此方法进行断面测量, 工作效率明显提高。

[参 考 文 献]

[1] 李传方. 坐标旋转平移在工程测量中的应用[J]. 地矿测绘, 1994 (2) 25.
[2] 中华人民共和国国家标准. GB50026—93 工程测量规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2001.
[3] 中华人民共和国行业标准. JTJ061—99 公路勘测规范[S]. 北京: 中国交通出版社, 1999.

作者简介: 李传方(1968~), 男, 湖北武汉人, 工程师, 现主要从事工程测量方面的工作。

(上接第 42 页)

3 其它实例

3.1 实例 2: 坐标系转换 4 参数的求解
以若干对原坐标系和目标坐标系的坐标值为原始数据; 设置坐标系转换的 X、Y 残差平方和为目标单元格, 并置为最小; 设置坐标系转换公式中的 4 个参数为可变单元格; 以经移项变换后的 4 参数坐标系转换公式为约束条件。规划求解的精度设置为 0.01, 其它参数与实例 1 相同。求解结果用检核点来验证完全正确。
3.2 实例 3: 水准网平差
以起算点高程和各路线观测高差及权为原始数据; 设置各观测高差的加权平方和(即 $[pvv]$) 为目标单元格, 并置为最小; 设置各待定点的高程平差值和各观测高差的改正数为可变单元格; 以经移项变换后的误差方程为约束条件。参数设置与实例 1 相同。求解结果用清华三维等平软件验证完全一致。

4 结束语

文中仅介绍了工程方案优化的一方面, 根据此方法, 只要建立完善的模型并设置好足够的约束条件, 就可以同时解决方案优化的精度指标、可靠性、灵敏度和经济指标问题。利用实例 2 的方法可以解决大部分有关参数求解的问题, 如 7 参数、高程拟合参数、多项式拟合参数, 甚至求解摄影测量中的外方位元素。

利用实例 3 的方法可以解决平面、高程网的平差问题。虽然本文只介绍了 3 个实例, 但只要灵活、巧妙地运用 EXCEL 规划求解功能, 可以解决更多工程上的问题。

现在已经有很多软件可以解决测量中的大部分计算问题, 但当对软件处理的结果有疑问需要手动计算进行验证时, 利用本文介绍的方法是个不错的选择。在利用该方法时, 应注意的问题是:

- 1) EXCEL 中的角度单位是弧度。
- 2) 可变单元格不能大于 200 个, 这限制了规划求解的模型大小。
- 3) 规划求解可能不会一次性得到最优解, 但是可以通过对图 4 中各项参数不断进行调整、组合来得到最优解, 特别是对精度、收敛度、估值和搜索选项的调整。

[参 考 文 献]

[1] 张文康. 两点前方交会法对露天矿山验收测量精度的影响[J]. 露天采矿技术, 2007(1): 22.
[2] 董云. 在 Excel 表中进行单一导线简易平差的方法[J]. 地矿测绘, 2004 20(2): 21 - 25.

作者简介: 肖龙鑫(1977~), 男, 江西南康人, 工程师, 现主要从事控制测量、工程测量、数据处理等方面的工作。