

文章编号: 1001—1749(2012)01—0116—06

富信息自动重力基点网平差

张 俊, 黄临平

(东华理工大学 核工程技术学院, 江西 抚州 344000)

摘 要: 为解决重力基点网平差问题, 编制了重力基点网平差程序, 通过内置潮汐校正, 独立增量计算, 基点网平差计算功能, 使用户只需输入基点信息, 录入重力仪读数信息和基点网信息, 便可完成平差计算, 一改过去还需手动计算输入边段信息和条件式方程等不便的方式。同时, 利用 GMap.NET 平台引用互联网交通地图和卫星图, 了解基点网及周边交通和地形等信息。

关键词: 重力基点网; 自动平差; 富信息

中图分类号: TP 311.1 **文献标识码:** A

0 前言

在进行重力勘探, 特别是区域性重力勘探, 都需要建立重力基点网与已知基点联测, 将数据归算到某一基点而得到绝对重力值, 便于计算布格重力异常。前人在基点网平差方面都做了很多的工作^[1~3], 但他们的解决方案都需要手动输入闭合差, 条件式方程, 独立增量数等。作者在本文就是通过编写完整的计算方案, 从潮汐校正, 独立增量计算到完成基点平差计算, 都只需用户输入基点信息, 录入重力仪读数和基点网信息, 无需用户进行其它计算, 方便且不易出错。

重力基点网平差就是将每个环路中的闭合差, 按照一定的方法和条件分配到相应环路的每条边上, 称为条件平差。而建立线性方程组联立求解易于编程实现, 因此作者使用本方法进行计算。

1 重力基点网平差计算方法^[1]

设基点网有 n 个边段, m 个待求基点, 刚基点网应由 $r = m - n$ 个闭合基点环组成。各环闭合差矩阵为 $W_{(r \times 1)}$; 各边段改正数矩阵为 $V_{(n \times 1)}$; 改正数条件方程系数矩阵为 $A_{(r \times n)}$; 各边段的独立增量数构成对角矩阵 $P_{(n \times n)}$; 各边段独立增量平均值矩阵

为 $L_{(n \times 1)}$; 各基点在各边段的方向矩阵为 $F_{(m \times n)}$; 各边段独立增量改正数为 $V_{(n \times 1)}$; 平差后各基点重力值为 $G_{(m \times 1)}$; 联系数为 $K_{(r \times 1)}$, 则条件式方程为:

$$AV + W = 0 \quad (1)$$

$$V = P^{-1} A^T K \quad (2)$$

联立上式解得联系数 $K_{(r \times 1)}$, 进而求得独立增量改正数 $V_{(n \times 1)}$ 。最后

$$G = G_s + F(L + V) \quad (3)$$

单位权中误差:

$$m_0 = \pm \sqrt{V^T P V / r} \quad (4)$$

转换系数:

$$q = - (AP^{-1} A^T)^{-1} AP^{-1} F \quad (5)$$

平差值函数权倒数:

$$1/P_G = F^T P^{-1} F + F^T P^{-1} A^T q \quad (6)$$

最后得基点平差值函数中误差:

$$m_G = \pm m_0 \sqrt{1/P_G} \quad (7)$$

基点网的精度即为平差值函数中误差的最大值 $m_{G_{\max}}$ 。

2 程序设计

程序主要分为四部分: ①地图显示区; ②基点信息输入区; ③重力仪读数录入区; ④基点环录入区和功能区, 如下页图1所示。

收稿日期: 2011-06-13

改回日期: 2011-10-13



图 1 程序界面图

Fig. 1 The interface of the programme

2 1 录入基点信息

为统一存储基点信息,并通过基点名称索引基点数据,作者使用结构 Struct,命名为 BasePoint, BasePoint 有六个属性用来存储基点信息。

- (1)Name 存储基点名称。
- (2)Longitude84 存储基点 WGS84 经度信息。
- (3)Latitude84 存储基点 WGS84 纬度信息。
- (4)AbsoluteGravityValue 存储基点绝对重力值。
- (5)Discription 存储对基点的其它信息的描述,如 BJ54 坐标,地基情况,基点等级等。
- (6)IsKnown 存储基点是否为待求点信息。

基点结构代码如下:

```
struct BasePoint
{
    bool isknown;
    string name;
    double absoluteGravityValue;
    double longitude84;
    double latitude84;
    string discription;
    public BasePoint(string name, double lng84,
```

```
double lat84, double absoluteGravityValue,
string discr)
{
    this.name = name;
    this.longitude84 = lng84;
    this.latitude84 = lat84;
    this.absoluteGravityValue = absoluteGravityValue;
    this.isknown = true;
    discription = discr;
}

public static bool operator ==(BasePoint p1, BasePoint p2)
{
    if (p1.name == p2.name)
    {return true;}
    return false;
}

public override bool Equals(object obj)
{return base.Equals(obj);}

public override int GetHashCode()
{return base.GetHashCode();}
```

```

    public static bool operator != (BasePoint
p1, BasePoint p2)
    {
        if (p1.name != p2.name)
            {return true;}
        return false;
    }
    public double Longitude84
    {
        get{return longitude84;}
        set{longitude84 = value;}
    }
    public double Latitude84
    {
        get{return latitude84;}
        set{latitude84 = value;}
    }
    public string Name
    {
        get{return name;}
        set{name = value;}
    }
    public double AbsoluteGravityValue
    {
        get{return absoluteGravityValue;}
        set{absoluteGravityValue = value;}
    }
    public bool IsKnown
    {
        get { return isknown; }
        set { isknown = value; }
    }
    public string Discription
    {
        get { return discription; }
        set { discription = value; }
    }
}

```

2.2 录入重力仪读数信息

通过录入重力仪读数信息和格值,经过潮汐校正,计算得到各边段独立增量。潮汐校正和独立增量计算公式可参考文献[4]。为存储边段独立增量、独立增量个数等信息,作者使用类 Class,命名为 MyLine 来储存:

(1)P1 边段上的一个基点。

(2)P2 边段上的另一个基点。

(3)DLZL 边段的独立增量值。

(4)NumOfDLZL 边段的独立增量的个数。

(5)Dlzl 边段上的各个独立增量。

边段类代码如下:

```

class MyLine
{
    BasePoint bp1;
    BasePoint bp2;
    List<double> dlzl = new List<double>
();
    public MyLine(BasePoint bp1, BasePoint
bp2)
    {
        this.bp1 = bp1;
        this.bp2 = bp2;
    }
    public MyLine(BasePoint bp1, BasePoint
bp2, double dlzl)
    {
        this.bp1 = bp1;
        this.bp2 = bp2;
        this.dlzl.Add(dlzl);
    }
    public BasePoint P1
    {
        get{ return bp1; }
        set{ bp1 = value; }
    }
    public BasePoint P2
    {
        get{ return bp2; }
        set { bp2 = value; }
    }
    public double DLZL
    {
        get
        {
            if (dlzl.Count > 0)
            {
                double result = 0.0;
                for (int i = 0; i < dlzl.Count; i++
+)
                {
                    result += dlzl[i];

```

```
    }
    return result / (double)dlzl.Count;
}
return 0.0;
}
set{ this.dlzl.Add(value); }
}
public int NumOfDLZL
{
    get{ return dlzl.Count; }
}
public double[] Dlzl
{
    get
    {
        double[] re = new double[dlzl.Count];
```

```
Count];
        dlzl.CopyTo(re);
        return re;
    }
}
```

2.3 富信息显示

为获得丰富的交通、地形信息,并把基点显示在地图上,作者引用了国外的开源平台 GMap.NET。GMap.NET 整合了谷歌、必应、雅虎、Arc-Gis 等数十种地图的下载显示功能,很适合重力基点网平差程序显示丰富的地形以及交通信息,而作者仅需引用 GMap.NET 的动态库 dll 文件,并向其发送基点经纬度信息便可完成显示。更多信息请下载 GMap.NET 文件参考。

如图2所示,通过引用谷歌地图,能了解到基

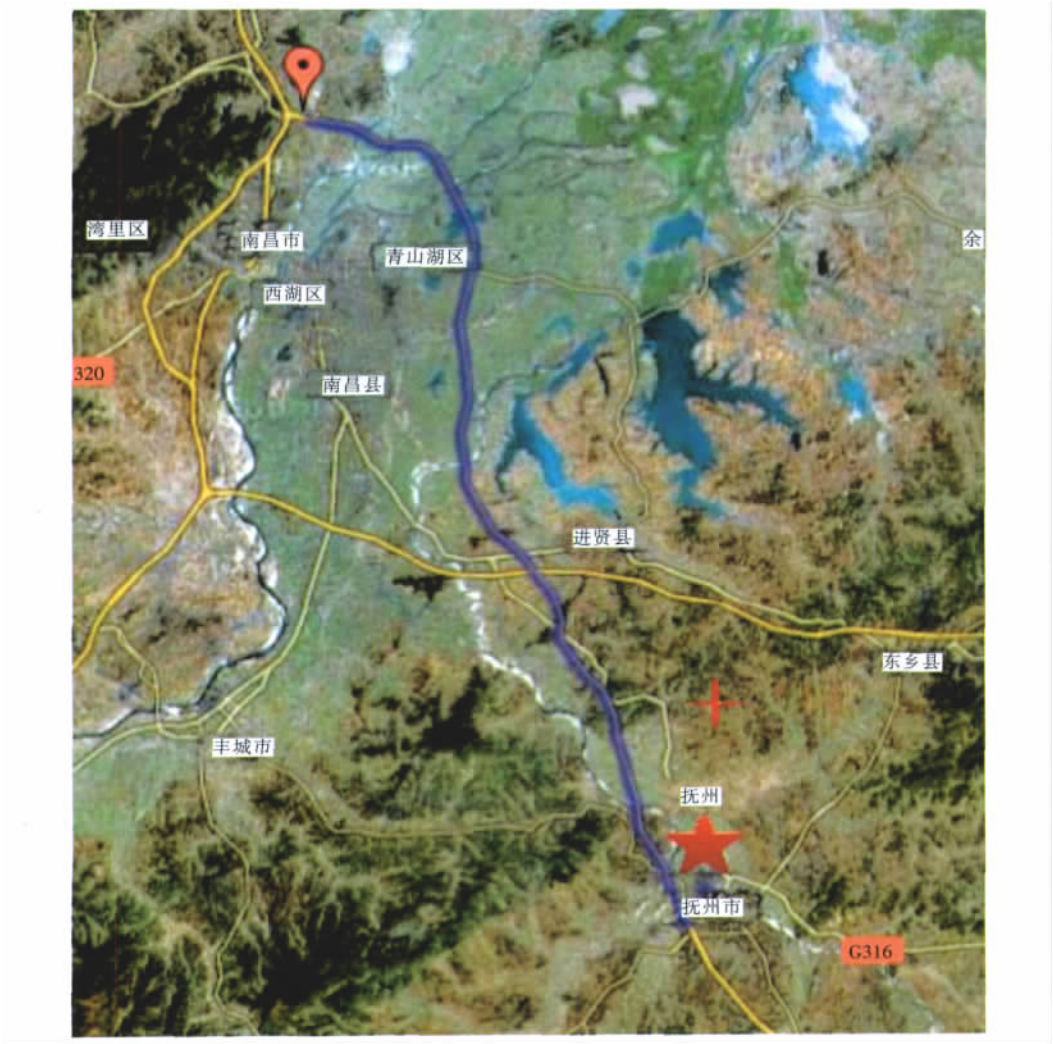


图 2 交通、地形、基点方位等信息显示

Fig. 2 The display of traffic , terrain and location of base-point information

点所处位置及周边地形、植被、交通等信息。并使用交通指引导航功能,给出了抚州基点到南昌昌北机场基本点的路线,并可将路线、基点信息保存为图片。

3 计算实例

作者在本文通过计算 DZ/T 0082—2006《区域重力调查规范》附录 F 重力基点网平差中的实例,来验证程序正确性。该基点网平差示意图见图 3。经计算,得计算结果如表 1 和下页表 2 所示。经对比,计算结果与 DZ/T 0082—2006《区域重力调查

规范》结果一致,程序计算正确。

4 总结

通过程序内置潮汐校正,独立增量计算等模块,使得平差计算能自动完成,而用户只需输入必须要给定的数据,如基点经纬度、录入重力数据和环数据,不需要用户处理独立增量信息,条件式方程等信息。利用 GMap.NET 平台,引用互联网地图资源,能将基点显示在地图上,直观地得到交通、地形、植被等丰富的信息。并且对于建立工区基点网,选取基点位置都有所帮助。

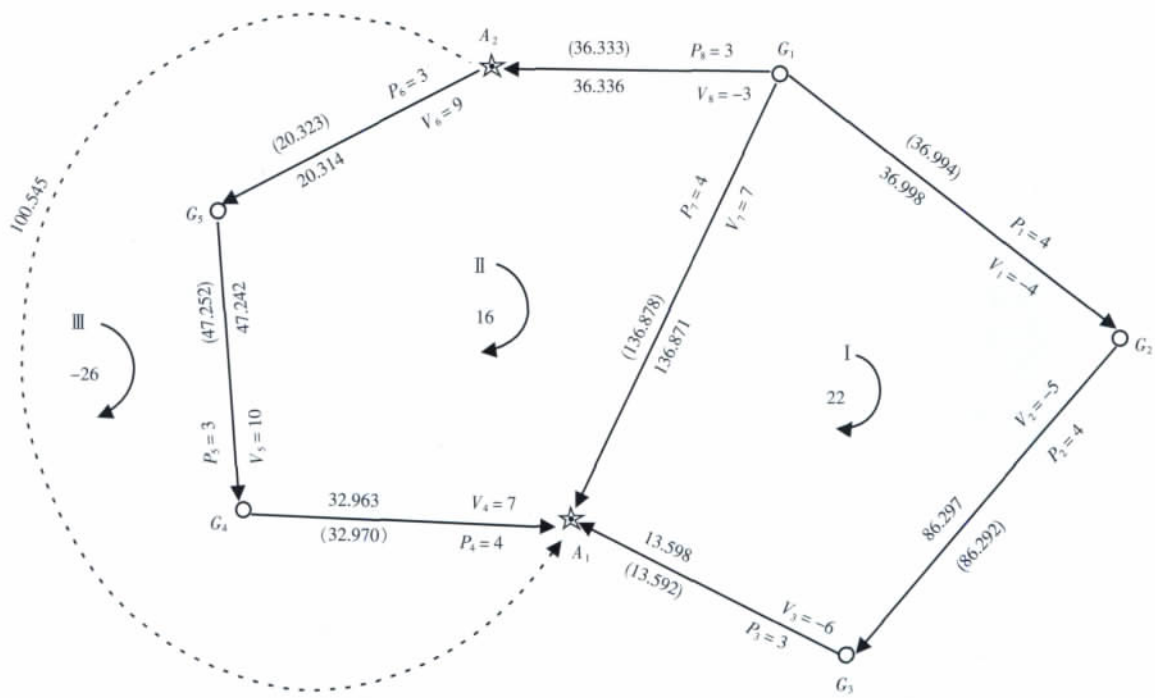


图 3 基点网平差示意图

Fig. 3 Schematic diagram of adjustment

表 1 基点重力值和基点网平差精度表(单位 mGal)

Tab. 1 Gravity value of base-point and precision of adjustment of base-point net(in mGal)

基点	重力值	$q a$	$q b$	$q c$	$1/P G$	$M G$
g1	136. 87787	-0. 85366	-0. 36585	-0. 36585	0. 12195	0. 00707
g2	99. 88441	-0. 59756	-0. 25610	-0. 25610	0. 23476	0. 00981
g3	13. 59195	-0. 34146	-0. 14634	-0. 14634	0. 21951	0. 00949
g4	32. 97009	0. 00000	0. 00000	0. 72727	0. 18182	0. 00864
g5	80. 22155	0. 00000	0. 00000	0. 36364	0. 21212	0. 00933

表 2 重力基点网平差边段改正值表(单位 mGal)

Tab. 2 Correction value of line in adjustment of gravity base-point net(in mGal)

边段	起基点	终基点	独立增量数	改正值	改正后边段值
1	a1	g1	4	-0.006877	136.87787
2	a2	g1	3	0.003123	36.33287
3	g5	a2	3	-0.009459	20.32345
4	g4	g5	3	-0.009459	47.25145
5	a1	g4	4	-0.007094	32.97009
6	g2	g1	4	0.004535	36.99346
7	g3	g2	4	0.004535	86.29246
8	a1	g3	3	0.006046	13.59195

参考文献：

[1] 汪洋兵,马玄龙. Excel 在重力基点网平差中的应用[J]. 资源环境与工程,2010,26(6):701.

[2] 冯治汉. MATLAB 及其在重力基点网平差中的应用[J]. 物探化探计算技术,2003,25(4):336.

[3] 叶景艳,钱美平,周锡明,等. 利用 VB 编程完成基点网联测中的各项计算[J]. 物探化探计算技术,2004,26(1):71.

[4] DZ/T 0082-2006《区域重力调查规范》[S]. 中国地质调查局,2006.

[5] 郭良辉,孟小红,石磊. 基于 Matlab 的重力基点网平差实验教学法[J]. 科技信息(科学教研),2008(18):24.

[6] 朱松涛. 水准网(重点基点网)的广义逆矩阵平差法[J]. 长安大学学报:地球科学版,1982(2):107.

[7] 王宝仁,程新文. 一种简易快速的重力基点网平差方法[J]. 石油物探,1988(2):91.

[8] 俞炯霞. 用条件观测平差法进行重力基点网的平差[J]. 物化探电子计算技术,1982(1):62.

[9] 朱松涛. 重力基点网的广义逆矩阵平差法[J]. 物探与化探,1983(1):26.

[10] 曾华霖. 重力场与重力勘探[M]. 北京:地质出版社,2005.

[11] 朱文考,屠万生,刘天佑. 重磁资料电算处理与解释方法[M]. 北京:中国地质大学出版社,1987.

[12] LIPPMAN S B, LAJOIE J, MOO B E. C++ Primer 中文版[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.

作者简介:张俊(1986—),男,硕士,主要从事重磁数据处理。

and early warning information technology research have been the one of catastrophic geology important topics about the disaster prevention and reduction research. This paper studies a kind of dynamic information gathering technology basing on the induced polarization method “the induced reactance” through carrying on the experiment which can effectively gather real-time dynamic information of the landslide internal cause's. This method can promote the “landslide” theory and technology of early warning, make the monitoring direction extend from static exploration assessment and external inducement variable to static exploration assessment and internal inducement variable, and it can realize effective real-time landslide monitoring.

Key words: landslide warning; internal inducement; dynamic monitoring; simulation; the induced reactance threshold

DRAWING PROFILE BY SECONDARY DEVELOPMENT OF GRAPHER 7 BASED ON SCRIPTER BASIC LANGUAGE

LIU Jian-xin^{1,2}, CAO Chuang-hua^{1,2}, LIU Ying^{1,2}, et al. (1. School of Info-physics and Geomatics Engineering, Central South University, Changsha 410083, China; 2. Hunan Key Laboratory of Non-ferrous Resources and Geological Hazard Detection, Changsha 410083, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2012, 34(1): 107

With the Grapher7.0 Scripter by Scripter Basic language programming for secondary development, Geophysical profiles can be batched automatically. Firstly, This paper describes the interaction process of the Grapher7.0's Automation Technology; Then uses the fortran programming to preprocess the batch of raw data, and shows scripter basic language programming to generation the color profile; Finally, drawing results was analyzed by geophysical practical examples. Obviously, this method provides a simple and effective way to develop the software of geophysical profiles.

Key words: automation technology; secondary development; batch processing; geophysical profile

CALCULATE THE GEOCHEMICAL ANOMALY PARAMETERS ON THE MAPGIS COM TECHNOLOGY

LIU Jun-zhang, GONG Hong-lei, CHEN Jun-wei, et al. (Hebei Institute of Geophysical Exploration, Langfang Hebei 065000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2012, 34(1): 112

Based on the visual basic system, a programme was developed to calculate the geochemical anomaly parameters. First, a points workspace including the geochemical element analysis data was created with the MapGIS COM technology in the programme, then the MapGIS geochemical anomaly region file(.wp) was input, Finally, calculated the parameters using the intersection analysis of point file data and region file data. The results can be output to Excel file easily.

Key words: Visual Basic; MapGIS; COM; geochemical anomaly parameters; calculate

RICH INFORMATION AND AUTOMATIC ADJUSTMENT OF GRAVITY BASE-POINT NET

ZHANG Jun, HUANG Lin-ping (School of Nuclear Engineering and Technology, East China Institute of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2012, 34(1): 116

For adjustment of gravity base-point net, author compiled a programme which is build-in the tide correction and computational function of independent increment and adjustment of gravity base-point net. The application only needs user to input base-point information, the data of gravimeter and the base-point net information, which no longer needs to compute and input line information and conditional equations and other artificial works. The application reference GMap.NET platform to download internet traffic map and satellite terrain map to get base-point information such as surrounding traffic, terrain and so on.

Key words: gravity base-point; automatic adjustment; rich information