利用 Matlab GUI 实现磁测数据畸变点的交互式剔除

周志杰1,赵文举2,赵荔2

(1. 甘肃省地矿局 第二地质矿产勘查院,甘肃 兰州 730020;2. 中国石油东方地球物理勘探有限责任公司,河北 涿州 072751)

摘要:进行高精度磁测会受到很多地表干扰,造成采集数据畸变,因此必须在各种处理方法运用之前剔除掉。利用 Matlab GUI 的可视化、绘图及鼠标事件功能,实现了交互式地剔除地表磁测数据中畸变点的方法。实践表明,这种 方法不仅提高了畸变点的剔除效率,还可以最大程度地保留正常数据点的信息。

关键词:磁测数据;Matlab GUI;畸变点剔除;人机交互;可视化

中图分类号: P631.2 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 8918(2012)02 - 0302 - 05

高精度磁测数据野外采集过程中,由于其方法 本身特点,容易受地表人文环境的干扰,这些干扰有 时候不可避免,这就造成采集数据畸变,形成一些单 点和区域性的畸变。其中单点畸变一般由微波发射 塔、采油井、高压线、高速公路、车辆等设施引起,区 域畸变一般由城镇引起^[1]。

高精度磁测数据畸变点的主要特点是值高(相 对弱异常而言)、量多、衰减快,这些畸变点必须在 各种处理方法运用之前剔除掉,否则会在一定程度 上影响处理和解释效果。秦葆瑚根据数理统计方 法,找出对数据概率分布与正态分布偏差不敏感的 估值,根据这种估值来鉴别哪些是畸变点,并选用截 尾均值与平尾均值的方法予以剔除^[2]。Liu Yunxiang 等提出了在统计窗口内根据磁异常方差大小和 正常变动阈值进行数据矫正,起到了较好的效 果^[1]。还有一些基于网格化数据的滤波方法,常用 的包括滑动平均、加权平均、中值滤波、插值切割等 等,这些方法存在着两个问题:①网格化本身已经破 坏了数据的原始信息;②这些滤波方法在滤除畸变 点的同时,更进一步滤掉了有用信息。

高精度磁测数据需要精细处理,最好的方法是 对畸变进行人工识别,再逐点剔除,若畸变点较多, 手动剔除效率会很低,因此需要一种可视化的、便于 人工识别的、人机交互式的处理方式进行处理。

1 Matlab GUI 简介

Matlab 作为一种拥有高速性能数值计算能力的 通用科技计算机语言,在其简单易用的操作环境中 集成了数值分析、矩阵计算、符号计算、图视能力、文 字处理、可视化建模仿真和实时控制能力,适合多学 科、多部门的发展需求。Matlab 开放、可扩展的体系 结构允许用户开发自己的应用程序^[3]。

图形用户界面 GUI(graphics user interface)是由 各种图形对象,如图形窗口、图轴、菜单、按钮、文本 框等构建的用户界面,是人机交流信息的工具和方 法,在该界面内,用户可以根据界面提示完成整个工 程,却不必去了解工程内部是如何工作的。GUI 设 计即可以基本的 MATLAB 程序设计为主,也可以鼠 标为主利用 GUIDE(graphics user Interface design environ-ment)工具进行设计。GUIDE 是一个专用于 GUI 程序设计的快速开发环境,使用者通过鼠标就 能迅速地产生各种 GUI 控件,并随心所欲地改变它 们的外形、大小及颜色等,从而帮助用户方便地设计 出各种符合要求的图形用户界面。调用 GUIDE 的 方法有 2 种,在 MATLAB 命令窗口中输入 GUIDE 命 令,或在 MATLAB 主菜单中点击"File-New-GUI",即 可打开一个可编辑的新窗口^[4]。

GUI 设计面板是上述 GUI 设计工具应用的平 台,如图1所示,面板上部提供了菜单和常用工具按 钮,左边提供了多种 GUI 控件,如按钮、单选按钮、 复选框、文本框等。进行设计时,首先单击 GUI 面 板左边所需的控件,然后在右边的图形界面编辑区 中再次单击某一恰当的位置,这时将在该位置上为 图形界面添加一相应的控件,接下来,通过属性编辑 器和对齐编辑器对各控件设置相关属性和进行界面 布置,以完善界面功能^[4]。



图 1 Matlab GUI 设计面板

2 交互式剔除的实现

2.1 程序界面设计

程序界面(图2)包括、操作、规则化参数、剔除 方式三个 Group 以及一个 Axes,另外还包含了 Matlab GUI 预制工具栏的部分按钮。其中,操作:Group 有三个按钮,用来操作文件和绘图;规则化参数: Group 用来描述绘图参数;剔除方式:Group 用来选 择剔除数据点的方式。预制工具栏用来实现对图形 的放大、缩小、移动等。各主要控件功能见表1。

表1 磁测畸变点剔除程序界面主要控件功能

名称	控件类型	功能
打开散点文件…	Push Button	打开磁测成果文件
保存散点文件…	Push Button	保存剔除畸变点后的磁测 成果文件
绘等值线图	Push Button	按给定参数绘制等值线
X 数据列号	Pop-up Menu	设置 x 坐标所在数据列号
Y数据列号	Pop-up Menu	设置 y 坐标所在数据列号
异常数据列号	Pop-up Menu	设置磁异常所在数据列号
X 规则参数	Edit Text(3个)	设置 X 数据的规则化参数
Y 规则参数	Edit Text(3个)	设置 Y 数据的规则化参数
异常规则参数	Edit Text(3个)	设置异常数据的规则化参数
离鼠标最近点 位置的数据	Radio Button	单点剔除处理方式开关
鼠标所画矩形 框内的数据	Radio Button	矩形剔除处理方式开关
坐标轴	Axes	绘制异常等值线

为利用 GUI 预制的工具栏按钮功能,需要利用 设计面板中的工具栏编辑工具进行添加,添加后这 些按钮功能自动实现,不需要为其再编写功能函数。

设计好各控件后,点击 GUI 编辑界面菜单 File-Save,在弹出对话框中输入相应名字并单击确定,即 可在当前工作目录中生成相应名字的 M 和 fig 文 件,其中 M 文件为 ASC II 码文件,fig 是二进制文件。





图 3 磁测畸变点交互式剔除程序流程

2.2 程序流程

磁测畸变点交互式剔除程序流程图如图 3 所 示,具体步骤描述如下。

(1)程序开始,打开磁测散点文件。该文件为 输入文件,为一包含 x 坐标、y 坐标、磁异常等数据 的多列文本文件。

(2) 在规则化参数区,正确选择 x 坐标、y 坐标 及磁异常所在的列号,并设置绘制等值线的 X、Y、异 常值参数的最小、最大和间隔等信息。 (3)利用三次样条方法进行插值处理。

(4)绘制等值线及散点位置图。

(5)寻找畸变点,如有转(6),如没有转(10)。

(6)如果畸变点类型为单点,则转(7),如果畸变点类型为区域,则转(8)。

(7)利用鼠标单击畸变点附近(尽量靠近该点 位置),转(9)。

(8)利用鼠标框选畸变点(将需要剔除的畸变 点框入矩形框内,转(9)。

(9)剔除畸变点,转(3)。

(10)输出磁测散点文件(该文件格式与输入文件相同,只是其中畸变点数据被剔除),程序结束。

2.3 功能实现

交互界面设计完之后就可以为相应控件编辑回 调函数,以实现各自功能。在 GUI 编辑界面下右键 单击相应控件,在弹出式菜单下选择"View Callbacks-Callback",即会在 M 文件中自动生成函数框 架,用户需要自己编辑功能代码。为了添加鼠标交 互功能(键按下、键释放、鼠标移动等),需要在图形 界面编辑区点击鼠标右键,在弹出式菜单下选择 View Callbacks-Window Button Down Fcn、Window Button Up Fcn、Window Button Motion Fcn 等,亦会生 成相应函数框架。程序实现的主要功能代码如下。

(1)打开散点文件

[FileName1,PathName1] = uigetfile(´*.dat´, '文本文件');% 弹 出标准打开文件对话框

if isequal(FileNamel,0)%判断文件名是否为0

disp(User selected Cancel)%为0,则提示"用户选择了取消" else%不为0,继续操作

GMData = textread([PathName1, FileName1]);% 读取散点文 件到 GMData 二维数组

……(按给定列号分别统计 X、Y、异常值的最小、最大、间隔 信息,并将信息显示在规则化参数区的文本框中,代码省略) end

```
(2)绘等值线图
```

……(提取规则化参数区文本框中的规则化信息,代码省略)
xi = xMin:dx:xMax;% 生成 X 坐标方向节点向量
yi = yMin:dy:yMax;% 生成 Y 坐标方向节点向量
vi = zMin:dz:zMax;% 生成要显示的异常等值线的值向量
[xi,yi] = meshgrid(xi,yi);% 对 X、Y 坐标进行规则化
zi = griddata (GMData (:, xNo), GMData (:, yNo), GMData (:, zNo), xi,yi, cubic);%利用三次样条插值对异常值进行规则化
axes(handles. axes1);% 设定 handles. axes1 为当前绘图板
cla;% 清理当前绘图板
contour(xi,yi,zi,vi);% 按 vi 向量中的异常值显示等值线
hold on;% 保持绘图板上的图形和坐标轴属性,并可以在绘图板
上再绘制其他图形

```
plot(GMData(:,xNo),GMData(:,yNo),ご);% 根据规则化之前
的 X、Y 坐标绘制散点图
```

(3)按下鼠标键 downPoint = get(gca, currentpoint);%获得鼠标按下位置的坐标 x0 = downPoint(1,1): y0 = downPoint(1,2);(4)释放鼠标键 if(get(handles.radiobutton1, value) = =)%选择单点删除模式 indexNo = min(sum((repmat([x0; y0], 1, length(GMData(:,1))) - [GMData(:,xNo);GMData(:,yNo)]). ^2));%得到 与鼠标按下点最小距离的数据点的行号 GMData(indexNo,:) = [];% 删除该行数据 ……(重新统计异常值信息,并更新于规则化参数区,代码省 略) ……(重新绘制等值线与散点图,参考(3),代码省略) else %选择框式删除模型 [x1,y1] = get(gca, currentpoint);%得到释放点坐标 $\mathbf{x} = [\mathbf{x}0, \mathbf{x}0, \mathbf{x}1, \mathbf{x}1, \mathbf{x}0];$ y = [y0, y1, y1, y0, y0];%利用按下和释放点坐标组成封闭矩 形框坐标 minX = min(x), maxX = max(x);minY = min(y), maxY = max(y);%得到矩形左下角和右上角坐标 indexNo = find(GMData(:,xNo) > minX & GMData(:,xNo) < maxX & GMData (:, yNo) > minY & GMData (:, yNo) < maxY);%得到矩形框内数据点的行号 sortIndexNo = sort(indexNo):% 按升序排序索引数组 for j = 1; length(indexNo) GMData(sortIndexNo(j) - j + 1,:) = [];%逐个删除矩形框 内的数据 end ……(重新统计异常值信息,并更新于规则化参数区,代码省 略) ……(重新绘制等值线与散点图,参考(3),代码省略) end (5)保存散点文件 [FileName2, PathName2] = uiputfile (`*. dat', Select the dat-file);%弹出标准保存文件对话框 if isequal (FileName2,0)

disp(User selected Cancel)

else

save([PathName2,FileName2], GMData´, ´- ascii ');% 保存删 除后的散点文件

end

由于以上各功能函数需要共用多个相同变量, 因此要将这些变量设置为全局类型,在 Matlab 中利 用 global 关键字进行定义。

2.4 运行效果

在 Matlab GUI 编辑环境下,点击运行按钮,程 序界面启动(见图 2),点击"打开散点文件…"按 钮,选择磁测成果文件(包含有 *X*、*Y* 及异常值等信 息的文本文件),设置好 *X*、*Y* 及异常值所在的列号, 以及规则化参数信息,点击"绘等值线图"按钮,即 可在坐标轴上绘制出异常等值线图及散点位置图。 如散点过密,则可以利用放大功能对图形的局部进 行放大,以便进行畸变点剔除工作。

图 4 和图 5 为某工区高精度磁测数据剔除效果 对比。图 4 为单点畸变剔除效果对比, 左图为剔除 前等值线, 可见有两个明显的畸变点, 利用鼠标逐个 单击引起畸变的数据点的位置(由于程序是根据最 小距离对畸变点进行剔除, 因此请尽量接近畸变点 位置点击鼠标),程序在一两秒内即可删除相应畸 变点数据,并重新绘制等值线。右图为剔除畸变点 后的等值线图及散点图,可见等值线畸变消失,相应 位置的散点亦被剔除。图5为框式剔除效果对比, 框式剔除可以用在区域畸变的数据剔除中,以便加 快剔除效率。利用鼠标点击区域畸变附近某点,按 住鼠标键进行拖动,当畸变数据尽量包含在矩形框 内时,释放鼠标键,即可删除框内数据,并重新绘制



图4 单点剔除效果(等值线间隔10 nT)



图 5 框式剔除效果(等值线间隔 10 nT)

等值线。

从上面的处理方式和效果来看,这种所见即所 得的处理方式,使处理人员能实时掌握剔除效果,大 大提高了剔除效率。另外,如果想实现更精细的畸 变点剔除,可利用逐渐变小的等值线间隔进行多轮 次剔除,直至满意为止。

3 结论

利用 matlab 丰富的绘图函数,GUI 界面编程的 方便特性,开发了具有友好用户界面的、人机交互式 地剔除磁测数据畸变点的程序,提高了高精度磁测 中畸变点数据的处理效果。另外,利用 Matlab GUI 实现这一程序的开发,避免了利用其他语言开发等 值线绘图功能的难度,缩短了开发周期。

实践表明,人工识别的办法进行人机交互式地 剔除磁测畸变点的办法,可以最大程度地保留原始 数据中的有效信息,优于一般的滤波方法。但也不 难看出,该方法亦具有主观性,特别是对于区域性的 数据畸变,如何选择剔除点和保留点较难,需要处理 人员有较丰富的处理经验,但即使如此,该方法亦不 失为一种合理的处理方法。

参考文献:

[1] Liu Yunxiang, Zhao Wenju, Liu Guanping, et al. Statistical correction method with threshold for magnetic data with interference [C]//Colorado:2010 SEG Annual Meeting,2010:1212

- [2] 秦葆瑚. 高精度磁测资料的特殊滤波处理[J]. 物探与化探, 1992,16(3):225.
- [3] 宋莹,任金霞,李钟侠. 基于 Matlab 的 GUI 设计遗传算法优化
- 软件[J]. 计算机与现代化,2004,(10):15.
- [4] 王巧花,叶平,黄民. 基于 Matlab 的图形用户界面(GUI)设计[J]. 煤矿机械,2005,(3):60.

THE APPLICATION OF Matlab GUI TO INTERACTIVE REJECTION OF DISTORTION POINTS IN MAGNETIC DATA

ZHOU Zhi-jie¹, ZHAO Wen-ju², ZHAO Li²

(1. No. 2 Institute of Geological and Mineral Exploration, Gansu Bureau of Geology and Mineral Resources, Lanzhou 730020, China; 2. BGP, CNPC, Zhuozhou 072751, China)

Abstract: he high precision magnetic survey is liable to suffering many kinds of surface interference which cause data distortion; therefore, the distortion points must be rejected before processing. For the purpose of implementing interactive rejection of distortion points in magnetic data, the authors employed the functions of Matlab GUI, which are characterized by visualization, drawing and mouse case. In practical application, this method enhances the efficiency of rejecting distortion points in magnetic data and preserves most information of normal data points.

Key words: magnetic data; Matlab GUI; rejection of distortion point; user interaction; visualization

作者简介:周志杰(1974-),男,工程师,2000年7月毕业于长安大学,现从事磁、电法勘探与应用研究工作。

上接 301 页

Abstract: :This paper proposes a new type of DC advanced detection device, which is named the "U"-shaped DC advanced detection equipment, with the purpose of improving the accuracy of the DC advanced detection and better eliminating or weakening the impact of non-ahead geological faults. The authors used the computer to simulate the prospecting process by using the "U"-shaped device and compared the result with that of the traditional DC advanced detecting device. The expected conclusions were reached. As the desired effect was obtained, the authors also carried out the flume experiments using the "U"-shaped device. A series of experimental data and simulations have led the authors to believe that the "U"-shaped DC advanced detection devices is efficient in detecting geological faults in a certain degree.

Key words: DC advanced detection; "U"-shaped devices; mining shaft hydrogeological exploration

作者简介:刘英(1987-),男,中国矿业大学资源与地球科学学院地球探测与信息技术专业在读硕士。