



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106932828 A

(43) 申请公布日 2017. 07. 07

(21) 申请号 201511023366. 1

(22) 申请日 2015. 12. 30

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司

地址 100007 北京市东城区东直门北大街9
号中国石油大厦

(72) 发明人 肖阳 陈清礼 田建章 严良俊

叶秋焱 李晓燕 辛玮江 张传宝

芦丽菲 王雪萍 叶玮

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 周静

(51) Int. Cl.

G01V 3/38(2006. 01)

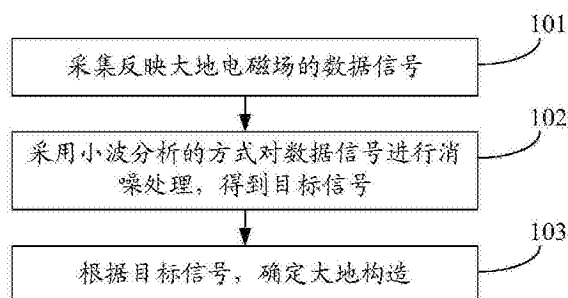
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

大地勘探方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种大地勘探方法及装置,属于电磁勘探领域。所述方法包括:采集反映大地电磁场的数据信号;采用小波分析的方式对数据信号进行消噪处理,得到目标信号;根据目标信号,确定大地构造。解决大地勘探的准确性较差的问题,提高了大地勘探的准确性,本发明用于大地勘探。



1. 一种大地勘探方法,其特征在于,所述方法包括:
采集反映大地电磁场的数据信号;
采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号;
根据所述目标信号,确定大地构造。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号,包括:
确定所述数据信号对应的采样频率和所述数据信号中噪声对应的干扰频率;
根据所述采样频率和所述干扰频率,确定分解层数;
根据所述分解层数对所述数据信号进行时域上的多尺度分解,将所述数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,所述细节部分的个数等于所述分解层数;
对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号,包括:
确定所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段;
在所述近似部分对应的频段和所述每个细节部分对应的频段中,确定所述干扰频率所在的干扰频段;
采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值;
根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分;
将所述目标部分和所述数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到所述目标信号,所述其他频段为所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分对应的频段中,除去所述干扰频段外的频段。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到所述目标部分,包括:
确定所述数据信号中所述干扰频段对应的部分的一组小波系数;
确定所述一组小波系数中小于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第一小波系数;
确定所述一组小波系数中大于或等于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第二小波系数;
将所述第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数;
将所述第二小波系数减去3倍的所述过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数;
根据所述过滤后的第一小波系数和所述过滤后的第二小波系数,得到所述目标部分。
5. 根据权利要求2至4任一所述的方法,其特征在于,
所述分解层数为5,所述数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。
6. 一种大地勘探装置,其特征在于,所述大地勘探装置包括:
采集模块,用于采集反映大地电磁场的数据信号;
消噪模块,用于采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号;
确定模块,用于根据所述目标信号,确定大地构造。
7. 根据权利要求6所述的大地勘探装置,其特征在于,所述消噪模块包括:
第一确定单元,用于确定所述数据信号对应的采样频率和所述数据信号中噪声对应的

干扰频率；

第二确定单元,用于根据所述采样频率和所述干扰频率,确定分解层数；

分解单元,用于根据所述分解层数对所述数据信号进行时域上的多尺度分解,将所述数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,所述细节部分的个数等于所述分解层数；

消噪单元,用于对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号。

8.根据权利要求7所述的大地勘探装置,其特征在于,所述消噪单元还用于：

确定所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段；

在所述近似部分对应的频段和所述每个细节部分对应的频段中,确定所述干扰频率所在的干扰频段；

采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值；

根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分；

将所述目标部分和所述数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到所述目标信号,所述其他频段为所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分对应的频段中,除去所述干扰频段外的频段。

9.根据权利要求8所述的大地勘探装置,其特征在于,所述消噪单元还用于：

确定所述数据信号中所述干扰频段对应的部分的一组小波系数；

确定所述一组小波系数中小于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第一小波系数；

确定所述一组小波系数中大于或等于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第二小波系数；

将所述第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数；

将所述第二小波系数减去3倍的所述过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数；

根据所述过滤后的第一小波系数和所述过滤后的第二小波系数,得到所述目标部分。

10.根据权利要求7至9任一所述的大地勘探装置,其特征在于，

所述分解层数为5,所述数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。

大地勘探方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电磁勘探领域,特别涉及一种大地勘探方法及装置。

背景技术

[0002] 在进行石油勘探之前,为了了解大地构造,常常需要进行大地勘探。

[0003] 相关技术中,在进行大地勘探时,首先需要采集反映大地电磁场的的数据信号,然后根据采集的数据信号,确定大地构造。具体的,可以根据采集的数据信号,确定大地中各个位置的电阻率和深度、大地中各个地层的厚度以及各个地层中石油的分布情况。

[0004] 由于相关技术中,采集的数据信号包含噪声,且噪声对低频段的数据信号的影响较大,因此,确定出的大地构造存在误差,大地勘探的准确性较差。

发明内容

[0005] 为了解决大地勘探的准确性较差的问题,本发明提供了一种大地勘探方法及装置。所述技术方案如下:

[0006] 一方面,提供了一种大地勘探方法,所述方法包括:

[0007] 采集反映大地电磁场的的数据信号;

[0008] 采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号;

[0009] 根据所述目标信号,确定大地构造。

[0010] 可选的,所述采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号,包括:

[0011] 确定所述数据信号对应的采样频率和所述数据信号中噪声对应的干扰频率;

[0012] 根据所述采样频率和所述干扰频率,确定分解层数;

[0013] 根据所述分解层数对所述数据信号进行时域上的多尺度分解,将所述数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,所述细节部分的个数等于所述分解层数;

[0014] 对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号。

[0015] 可选的,所述对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号,包括:

[0016] 确定所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段;

[0017] 在所述近似部分对应的频段和所述每个细节部分对应的频段中,确定所述干扰频率所在的干扰频段;

[0018] 采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值;

[0019] 根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分;

[0020] 将所述目标部分和所述数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到所述目标信号,所述其他频段为所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分对应的频段中,

除去所述干扰频段外的频段。

[0021] 可选的,所述根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到所述目标部分,包括:

[0022] 确定所述数据信号中所述干扰频段对应的部分的一组小波系数;

[0023] 确定所述一组小波系数中小于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第一小波系数;

[0024] 确定所述一组小波系数中大于或等于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第二小波系数;

[0025] 将所述第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数;

[0026] 将所述第二小波系数减去3倍的所述过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数;

[0027] 根据所述过滤后的第一小波系数和所述过滤后的第二小波系数,得到所述目标部分。

[0028] 可选的,所述分解层数为5,所述数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。

[0029] 另一方面,提供了一种大地勘探装置,所述大地勘探装置包括:

[0030] 采集模块,用于采集反映大地电磁场的数据信号;

[0031] 消噪模块,用于采用小波分析的方式对所述数据信号进行消噪处理,得到目标信号;

[0032] 确定模块,用于根据所述目标信号,确定大地构造。

[0033] 可选的,所述消噪模块包括:

[0034] 第一确定单元,用于确定所述数据信号对应的采样频率和所述数据信号中噪声对应的干扰频率;

[0035] 第二确定单元,用于根据所述采样频率和所述干扰频率,确定分解层数;

[0036] 分解单元,用于根据所述分解层数对所述数据信号进行时域上的多尺度分解,将所述数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,所述细节部分的个数等于所述分解层数;

[0037] 消噪单元,用于对所述近似部分和所述至少一个细节部分进行消噪处理,得到所述目标信号。

[0038] 可选的,所述消噪单元还用于:

[0039] 确定所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段;

[0040] 在所述近似部分对应的频段和所述每个细节部分对应的频段中,确定所述干扰频率所在的干扰频段;

[0041] 采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值;

[0042] 根据所述过滤阈值,采用软过滤的方法对所述数据信号中所述干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分;

[0043] 将所述目标部分和所述数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到所述目标信号,所述其他频段为所述近似部分对应的频段和所述至少一个细节部分对应的频段中,除去所述干扰频段外的频段。

[0044] 可选的,所述消噪单元还用于:

[0045] 确定所述数据信号中所述干扰频段对应的部分的一组小波系数;

- [0046] 确定所述一组小波系数中小于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第一小波系数；
- [0047] 确定所述一组小波系数中大于或等于3倍的所述过滤阈值的小波系数为第二小波系数；
- [0048] 将所述第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数；
- [0049] 将所述第二小波系数减去3倍的所述过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数；
- [0050] 根据所述过滤后的第一小波系数和所述过滤后的第二小波系数,得到所述目标部分。
- [0051] 可选的,所述分解层数为5,所述数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。
- [0052] 本发明提供了一种大地勘探方法及装置,在采集到反映大地电磁场的数据信号后,采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,并根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。

附图说明

- [0053] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。
- [0054] 图1是本发明实施例提供的一种大地勘探方法的方法流程图；
- [0055] 图2是本发明实施例提供的另一种大地勘探方法的方法流程图；
- [0056] 图3是本发明实施例提供的一种大地勘探装置的结构示意图；
- [0057] 图4是本发明实施例提供的一种消噪模块的结构示意图。

具体实施方式

- [0058] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。
- [0059] 如图1所示,本发明实施例提供了一种大地勘探方法,该大地勘探方法可以包括:
- [0060] 步骤101、采集反映大地电磁场的数据信号。
- [0061] 步骤102、采用小波分析的方式对数据信号进行消噪处理,得到目标信号。
- [0062] 步骤103、根据目标信号,确定大地构造。
- [0063] 综上所述,本发明实施例提供的大地勘探方法中,在采集到反映大地电磁场的数据信号后,采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,并根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。
- [0064] 可选的,步骤102可以包括:
- [0065] 确定数据信号对应的采样频率和数据信号中噪声对应的干扰频率；
- [0066] 根据采样频率和干扰频率,确定分解层数；

[0067] 根据分解层数对数据信号进行时域上的多尺度分解,将数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,细节部分的个数等于分解层数;

[0068] 对近似部分和至少一个细节部分进行消噪处理,得到目标信号。

[0069] 可选的,对近似部分和至少一个细节部分进行消噪处理,得到目标信号,可以包括:

[0070] 确定近似部分对应的频段和至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段;

[0071] 在近似部分对应的频段和每个细节部分对应的频段中,确定干扰频率所在的干扰频段;

[0072] 采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值;

[0073] 根据过滤阈值,采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分;

[0074] 将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到目标信号,其他频段为近似部分对应的频段和至少一个细节部分对应的频段中,除去干扰频段外的频段。

[0075] 可选的,根据过滤阈值,采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分,包括:

[0076] 确定数据信号中干扰频段对应的部分的一组小波系数;

[0077] 确定一组小波系数中小于3倍的过滤阈值的小波系数为第一小波系数;

[0078] 确定一组小波系数中大于或等于3倍的过滤阈值的小波系数为第二小波系数;

[0079] 将第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数;

[0080] 将第二小波系数减去3倍的过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数;

[0081] 根据过滤后的第一小波系数和过滤后的第二小波系数,得到目标部分。

[0082] 可选的,分解层数可以为5,数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。

[0083] 综上所述,本发明实施例提供的大地勘探方法中,在采集到反映大地电磁场的数据信号后,采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,并根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。

[0084] 如图2所示,本发明实施例提供了另一种大地勘探方法,该大地勘探方法可以包括:

[0085] 步骤201、采集反映大地电磁场的数据信号。

[0086] 示例的,可以采用大地电磁测深仪器测量大地的电磁场,且该大地电磁测深仪器测量的电磁场数据以二进制的形式进行存储,且该电磁场数据可以分别存储在表头文件(*.TBL)、高频电磁场记录文件(*.TSH)和低频电磁场记录文件(*.TSL)中。示例的,该低频电磁场记录文件可以由多个记录组成,每个记录由标签和多个扫样组成,每个扫样可以由多个道组成,每个道可以是一个反映大地电磁场的的数据信号。电磁场数据以24位补码的方式进行存储。标签由16字节或32字节组成,前面8个字节记录时间,依次是格林威治时间中的秒、分、时、日、月、年、星期和世纪,该8个字节后的2字节的仪器序列号,仪器序列号后面的两个字节表示该记录中的扫样个数,第13个字节是每个扫样中道的个数。第14个字节标签长度代码,第15个字节是状态码,第16个字节是饱和状态标识符。

[0087] 在采集反映大地电磁场的的数据信号时,可以从低频电磁场记录文件中采集 E_x (x方向的电场分量)、 E_y (y方向的电场分量)、 H_x (x方向的磁场分量)、 H_y (y方向的磁场分量)和 H_z (z方向的磁场分量)这五种反映大地电磁场的的数据信号。

[0088] 步骤202、确定数据信号对应的采样频率和数据信号中噪声对应的干扰频率。

[0089] 具体的,确定数据信号对应的采样频率和数据信号中噪声对应的干扰频率的具体方法可以参考相关技术中,确定数据信号对应的采样频率和数据信号中干扰频率的具体方法,本发明实施例再次不做赘述,示例的,可以使用软件确定数据信号中噪声的干扰频率。

[0090] 步骤203、根据采样频率和干扰频率,确定分解层数。

[0091] 小波分解过程中的分解层数与数据信号对应的采样频率以及数据信号中噪声对应的干扰频率相关,所以,在确定数据信号对应的采样频率以及数据信号中噪声的干扰频率后,可以根据数据信号对应的采样频率以及数据信号中噪声的干扰频率,确定小波分解过程中的分解层数。示例的,小波分解过程中的分解层数可以为5。

[0092] 步骤204、根据分解层数对数据信号进行时域上的多尺度分解,将数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,细节部分的个数等于分解层数。

[0093] 在确定小波分解过程中的分解层数后,可以对该数据信号进行多尺度分解。

[0094] 第一方面,假设该分解层数为5,在进行第一层分解时,可以将该数据信号 $E_x(t)$ 分解为近似部分 $A1E_x(t)$ 和细节部分 $D1E_x(t)$;在进行第二层分解时,可以将数据信号 $E_x(t)$ 的近似部分 $A1E_x(t)$ 分解为近似部分 $A2E_x(t)$ 和细节部分 $D2E_x(t)$;在进行第三层分解时,可以将近似部分 $A2E_x(t)$ 分解为近似部分 $A3E_x(t)$ 和细节部分 $D3E_x(t)$;在进行第四层分解时,可以将近似部分 $A3E_x(t)$ 分解为近似部分 $A4E_x(t)$ 和细节部分 $D4E_x(t)$;在进行第五层分解时,可以将近似部分 $A4E_x(t)$ 分解为近似部分 $A5E_x(t)$ 和细节部分 $D5E_x(t)$ 。此时,该数据信号 $E_x(t)$ 被分解为:细节部分 $D1E_x(t)$ 、细节部分 $D2E_x(t)$ 、细节部分 $D3E_x(t)$ 、细节部分 $D4E_x(t)$ 、细节部分 $D5E_x(t)$ 和近似部分 $A5E_x(t)$,即 $E_x(t) = A5E_x(t) + D1E_x(t) + D2E_x(t) + D3E_x(t) + D4E_x(t) + D5E_x(t)$ 。即将该数据信号 $E_x(t)$ 分解为一个近似部分和五个细节部分。

[0095] 第二方面,假设该分解层数为5,在进行第一层分解时,可以将该数据信号 $E_y(t)$ 分解为近似部分 $A1E_y(t)$ 和细节部分 $D1E_y(t)$;在进行第二层分解时,可以将数据信号 $E_y(t)$ 的近似部分 $A1E_y(t)$ 分解为近似部分 $A2E_y(t)$ 和细节部分 $D2E_y(t)$;在进行第三层分解时,可以将近似部分 $A2E_y(t)$ 分解为近似部分 $A3E_y(t)$ 和细节部分 $D3E_y(t)$;在进行第四层分解时,可以将近似部分 $A3E_y(t)$ 分解为近似部分 $A4E_y(t)$ 和细节部分 $D4E_y(t)$;在进行第五层分解时,可以将近似部分 $A4E_y(t)$ 分解为近似部分 $A5E_y(t)$ 和细节部分 $D5E_y(t)$ 。此时,该数据信号 $E_y(t)$ 被分解为:细节部分 $D1E_y(t)$ 、细节部分 $D2E_y(t)$ 、细节部分 $D3E_y(t)$ 、细节部分 $D4E_y(t)$ 、细节部分 $D5E_y(t)$ 和近似部分 $A5E_y(t)$,即 $E_y(t) = A5E_y(t) + D1E_y(t) + D2E_y(t) + D3E_y(t) + D4E_y(t) + D5E_y(t)$ 。即将该数据信号 $E_y(t)$ 分解为一个近似部分和五个细节部分。

[0096] 第三方面,假设该分解层数为5,在进行第一层分解时,可以将该数据信号 $H_x(t)$ 分解为近似部分 $A1H_x(t)$ 和细节部分 $D1H_x(t)$;在进行第二层分解时,可以将数据信号 $H_x(t)$ 的近似部分 $A1H_x(t)$ 分解为近似部分 $A2H_x(t)$ 和细节部分 $D2H_x(t)$;在进行第三层分解时,可以将近似部分 $A2H_x(t)$ 分解为近似部分 $A3H_x(t)$ 和细节部分 $D3H_x(t)$;在进行第四层分解时,可以将近似部分 $A3H_x(t)$ 分解为近似部分 $A4H_x(t)$ 和细节部分 $D4H_x(t)$;在进行第五层分解时,可以将近似部分 $A4H_x(t)$ 分解为近似部分 $A5H_x(t)$ 和细节部分 $D5H_x(t)$ 。此时,该数据信号 H_x

(t)被分解为:细节部分D1Hx(t)、细节部分D2Hx(t)、细节部分D3Hx(t)、细节部分D4Hx(t)、细节部分D5Hx(t)和近似部分A5Hx(t),即 $H_x(t) = A5H_x(t) + D1H_x(t) + D2H_x(t) + D3H_x(t) + D4H_x(t) + D5H_x(t)$ 。即将该数据信号Hx(t)分解为一个近似部分和五个细节部分。

[0097] 第四方面,假设该分解层数为5,在进行第一层分解时,可以将该数据信号Hy(t)分解为近似部分A1Hy(t)和细节部分D1Hy(t);在进行第二层分解时,可以将数据信号Hy(t)的近似部分A1Hy(t)分解为近似部分A2Hy(t)和细节部分D2Hy(t);在进行第三层分解时,可以将近似部分A2Hy(t)分解为近似部分A3Hy(t)和细节部分D3Hy(t);在进行第四层分解时,可以将近似部分A3Hy(t)分解为近似部分A4Hy(t)和细节部分D4Hy(t);在进行第五层分解时,可以将近似部分A4Hy(t)分解为近似部分A5Hy(t)和细节部分D5Hy(t)。此时,该数据信号Hy(t)被分解为:细节部分D1Hy(t)、细节部分D2Hy(t)、细节部分D3Hy(t)、细节部分D4Hy(t)、细节部分D5Hy(t)和近似部分A5Hy(t),即 $H_y(t) = A5H_y(t) + D1H_y(t) + D2H_y(t) + D3H_y(t) + D4H_y(t) + D5H_y(t)$ 。即将该数据信号Hy(t)分解为一个近似部分和五个细节部分。

[0098] 第五方面,假设该分解层数为5,在进行第一层分解时,可以将该数据信号Hz(t)分解为近似部分A1Hz(t)和细节部分D1Hz(t);在进行第二层分解时,可以将数据信号Hz(t)的近似部分A1Hz(t)分解为近似部分A2Hz(t)和细节部分D2Hz(t);在进行第三层分解时,可以将近似部分A2Hz(t)分解为近似部分A3Hz(t)和细节部分D3Hz(t);在进行第四层分解时,可以将近似部分A3Hz(t)分解为近似部分A4Hz(t)和细节部分D4Hz(t);在进行第五层分解时,可以将近似部分A4Hz(t)分解为近似部分A5Hz(t)和细节部分D5Hz(t)。此时,该数据信号Hz(t)被分解为:细节部分D1Hz(t)、细节部分D2Hz(t)、细节部分D3Hz(t)、细节部分D4Hz(t)、细节部分D5Hz(t)和近似部分A5Hz(t),即 $H_z(t) = A5H_z(t) + D1H_z(t) + D2H_z(t) + D3H_z(t) + D4H_z(t) + D5H_z(t)$ 。即将该数据信号Hz(t)分解为一个近似部分和五个细节部分。

[0099] 示例的,本发明实施例中在进行小波分析时,使用到的小波函数可以为:haar(哈尔)小波、Daubechies小波系中的小波、Biorthogonal小波系中的小波、Coifet小波系中的小波、Symlets小波系中的小波、morlet小波、Mexican Hat小波和Meyer小波等,优选的,本发明实施例中使用Coifet小波系中的coif4小波进行小波分析。需要说明的是,上述小波函数均为软件矩阵工厂(英文:matrix&laboratory;简称:MATLAB)中的常用小波函数。

[0100] 步骤205、对近似部分和至少一个细节部分进行消噪处理,得到目标信号。

[0101] 具体的,在将该数据信号进行多尺度分解后,可以确定数据信号对应的近似部分和至少一个细节部分中,近似部分对应的频段和每个细节部分对应的频段,示例的,该数据信号对应的频段可以为0.00055赫兹~6赫兹。

[0102] 假设数据信号对应的频段为 $[0, f]$,在进行第一层分解时,近似部分A1Ex(t)对应的频段可以为 $[0, 0.5f]$,细节部分D1Ex(t)对应的频段可以为 $[0.5f, f]$ 。在进行第二层分解时,近似部分A2Ex(t)对应的频段可以为 $[0, 0.25f]$,细节部分D2Ex(t)对应的频段可以为 $[0.25f, 0.5f]$ 。

[0103] 由于步骤202中,确定了数据信号对应的采样频率和数据信号中噪声对应的干扰频率,因此,在步骤205中,可以在近似部分对应的频段和每个细节部分对应的频段中,确定干扰频率所在的干扰频段。进一步的,在确定干扰频段后,可以采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,需要说明的是,还可以采用无偏风险估计方法、启发式阈值选择方法和极大极小原理选择阈值方法确定过滤阈值。

[0104] 在确定过滤阈值后,可以根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分。具体的,可以首先确定数据信号中干扰频段对应的部分的一组小波系数,并确定一组小波系数中小于3倍的过滤阈值的小波系数为第一小波系数,确定一组小波系数中大于或等于3倍的过滤阈值的小波系数为第二小波系数。然后,将小于3倍的过滤阈值的第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数;将大于或等于3倍的过滤阈值的第二小波系数减去3倍的过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数。最后,根据过滤后的第一小波系数和过滤后的第二小波系数,得到目标部分。需要说明的是,在确定过滤阈值后,还可以根据该过滤阈值采用硬过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分。

[0105] 在得到目标部分后,可以将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到目标信号,需要说明的是,该数据信号中其他频段为数据信号的近似部分对应的频段和数据信号的至少一个细节部分对应的频段中,除去干扰频段外的频段。

[0106] 第一方面,若数据信号 $E_x(t)$ 中的干扰频段为细节部分 $D2E_x(t)$ 对应的频段,且采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,并根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到的目标部分为 $ND2E_x(t)$,则将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到的目标信号可以为 $E_x(t)=A5E_x(t)+D1E_x(t)+ND2E_x(t)+D3E_x(t)+D4E_x(t)+D5E_x(t)$ 。

[0107] 第二方面,若数据信号 $E_y(t)$ 中的干扰频段为细节部分 $D2E_y(t)$ 对应的频段,且采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,并根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到的目标部分为 $ND2E_y(t)$,则将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到的目标信号可以为 $E_y(t)=A5E_y(t)+D1E_y(t)+ND2E_y(t)+D3E_y(t)+D4E_y(t)+D5E_y(t)$ 。

[0108] 第三方面,若数据信号 $H_x(t)$ 中的干扰频段为细节部分 $D2H_x(t)$ 对应的频段,且采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,并根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到的目标部分为 $ND2H_x(t)$,则将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到的目标信号可以为:

[0109] $H_x(t)=A5H_x(t)+D1H_x(t)+ND2H_x(t)+D3H_x(t)+D4H_x(t)+D5H_x(t)$ 。

[0110] 第四方面,若数据信号 $H_y(t)$ 中的干扰频段为细节部分 $D2H_y(t)$ 对应的频段,且采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,并根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到的目标部分为 $ND2H_y(t)$,则将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到的目标信号可以为:

[0111] $H_y(t)=A5H_y(t)+D1H_y(t)+ND2H_y(t)+D3H_y(t)+D4H_y(t)+D5H_y(t)$ 。

[0112] 第五方面,若数据信号 $H_z(t)$ 中的干扰频段为细节部分 $D2H_z(t)$ 对应的频段,且采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值,并根据该过滤阈值采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到的目标部分为 $ND2H_z(t)$,则将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到的目标信号可以为:

[0113] $H_z(t)=A5H_z(t)+D1H_z(t)+ND2H_z(t)+D3H_z(t)+D4H_z(t)+D5H_z(t)$ 。

[0114] 步骤206、根据目标信号,确定大地构造。

[0115] 在得到目标信号后,可以根据目标信号确定大地构造,具体的,根据目标信号确定

大地构造的具体方法可以参考相关技术中根据目标信号确定大地构造的具体方法,本发明实施例再次不作赘述。

[0116] 综上所述,本发明实施例提供的大地勘探方法中,在采集到反映大地电磁场的数据信号后,采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,并根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。

[0117] 如图3所示,本发明实施例提供了一种大地勘探装置30,该大地勘探装置30可以包括:

[0118] 采集模块301,用于采集反映大地电磁场的数据信号。

[0119] 消噪模块302,用于采用小波分析的方式对数据信号进行消噪处理,得到目标信号。

[0120] 确定模块303,用于根据目标信号,确定大地构造。

[0121] 综上所述,本发明实施例提供的大地勘探装置中,采集模块在采集到反映大地电磁场的数据信号后,消噪模块采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,确定模块根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。

[0122] 如图4所示,该消噪模块302可以包括:

[0123] 第一确定单元3021,用于确定数据信号对应的采样频率和数据信号中噪声对应的干扰频率。

[0124] 第二确定单元3022,用于根据采样频率和干扰频率,确定分解层数。

[0125] 分解单元3023,用于根据分解层数对数据信号进行时域上的多尺度分解,将数据信号分解为近似部分和至少一个细节部分,细节部分的个数等于分解层数。

[0126] 消噪单元3024,用于对近似部分和至少一个细节部分进行消噪处理,得到目标信号。

[0127] 可选的,该消噪单元3024还可以用于:确定近似部分对应的频段和至少一个细节部分中每个细节部分对应的频段;在近似部分对应的频段和每个细节部分对应的频段中,确定干扰频率所在的干扰频段;采用启发式阈值选择方法,确定过滤阈值;根据过滤阈值,采用软过滤的方法对数据信号中干扰频段对应的部分进行进行过滤,得到目标部分;将目标部分和数据信号中其他频段对应的部分进行重构,得到目标信号,其他频段为近似部分对应的频段和至少一个细节部分对应的频段中,除去干扰频段外的频段。

[0128] 可选的,该消噪单元3024还可以用于:确定数据信号中干扰频段对应的部分的一组小波系数;确定一组小波系数中小于3倍的过滤阈值的小波系数为第一小波系数;确定一组小波系数中大于或等于3倍的过滤阈值的小波系数为第二小波系数;将第一小波系数置零,得到过滤后的第一小波系数;将第二小波系数减去3倍的过滤阈值,得到过滤后的第二小波系数;根据过滤后的第一小波系数和过滤后的第二小波系数,得到目标部分。

[0129] 可选的,分解层数可以为5,数据信号对应的频段为0.00055赫兹~6赫兹。

[0130] 综上所述,本发明实施例提供的大地勘探装置中,采集模块在采集到反映大地电

磁场的信号后,消噪模块采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,得到了目标信号,确定模块根据目标信号,确定大地构造。由于采用小波分析的方式对数据信号进行了消噪处理,因此,得到的目标信号中的噪声较少,减少了低频段的目标信号中的噪声,所以,减少了确定出的大地构造的误差,提高了大地勘探的准确性。

[0131] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的大地勘探装置的具体工作过程,可以参考前述大地勘探方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0132] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

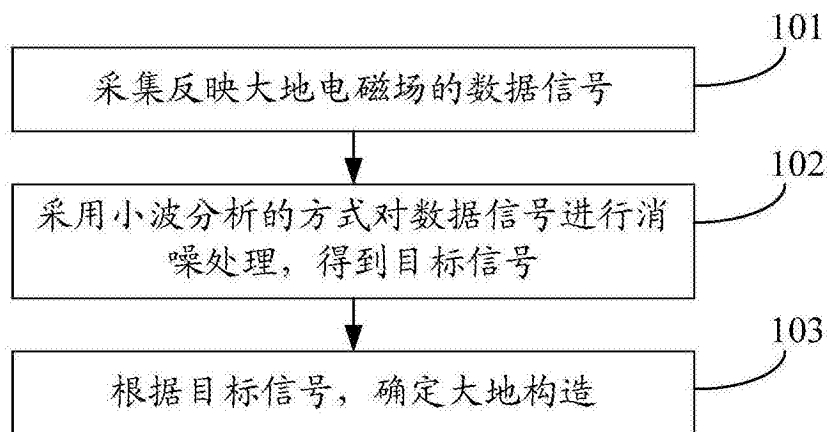


图1

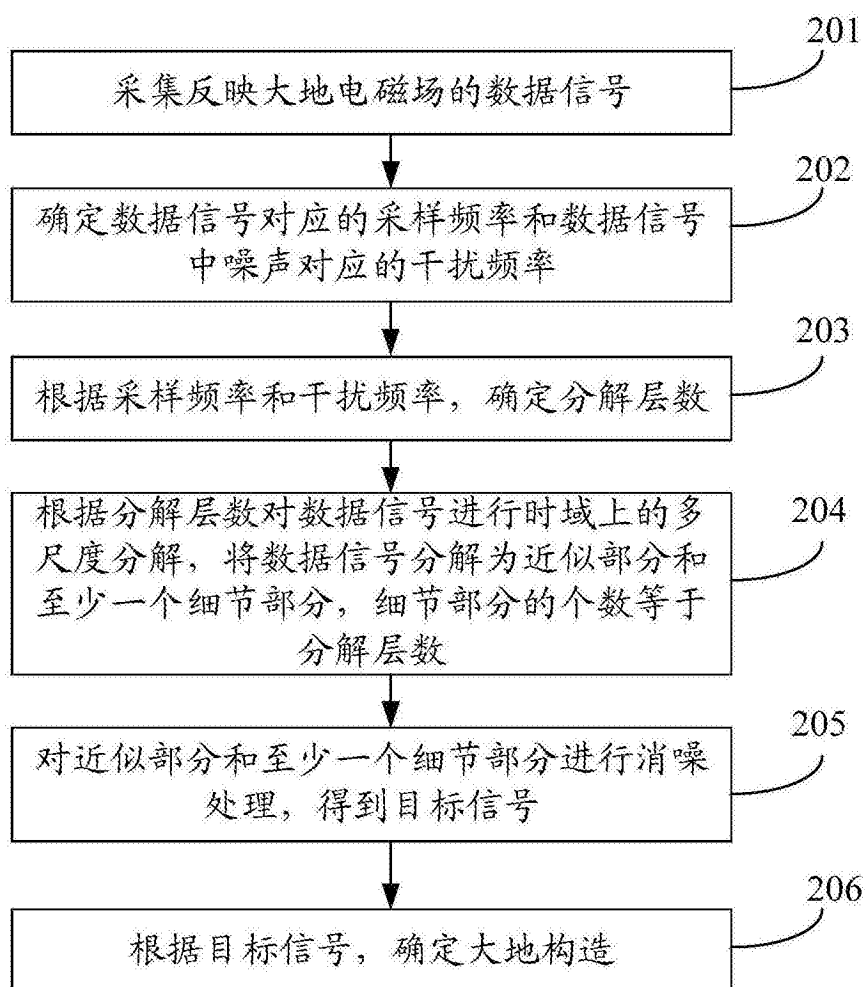


图2

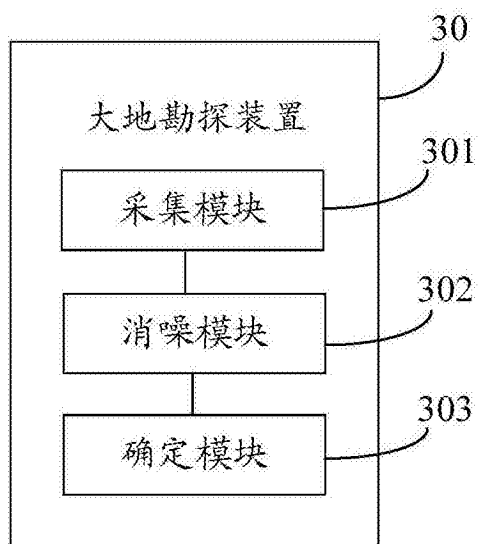


图3

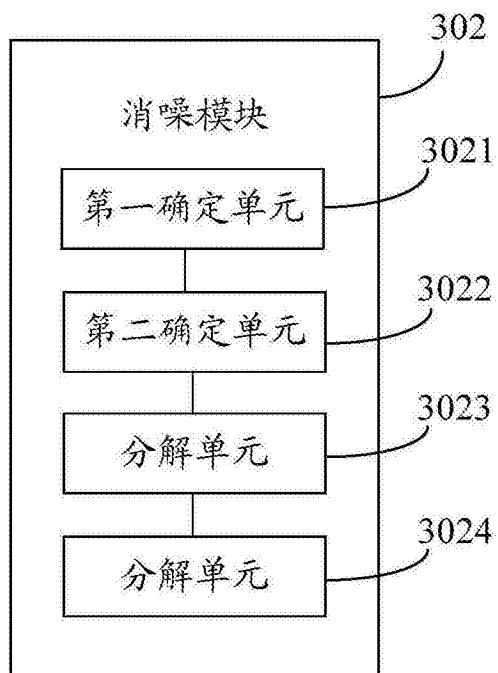


图4