



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115060769 B

(45) 授权公告日 2024.04.02

(21) 申请号 202210633929.2

G06V 10/75 (2022.01)

(22) 申请日 2022.06.07

G06V 10/774 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115060769 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2022.09.16

CN 110031895 A, 2019.07.19

CN 113433547 A, 2021.09.24

(73) 专利权人 深圳大学

CN 114117906 A, 2022.03.01

US 2015057938 A1, 2015.02.26

地址 518051 广东省深圳市南山区粤海街
道南海大道3688号

US 2022139004 A1, 2022.05.05

专利权人 福州大学

CN 111781576 A, 2020.10.16

CN 112364911 A, 2021.02.12

(72) 发明人 包小华 武贤龙 陈湘生 崔宏志
吴应雄 宋天田

CN 113361367 A, 2021.09.07

CN 114035228 A, 2022.02.11

(74) 专利代理机构 北京维正专利代理有限公司
11508

CN 114155354 A, 2022.03.08

CN 114581780 A, 2022.06.03

专利代理师 吴英杰

JP 2015022693 A, 2015.02.02

JP 2018127747 A, 2018.08.16

(51) Int. Cl.

US 2020342325 A1, 2020.10.29

(续)

G01N 27/22 (2006.01)

G01N 27/24 (2006.01)

G01B 7/00 (2006.01)

G06F 16/903 (2019.01)

G06N 3/08 (2023.01)

审查员 黑玲丽

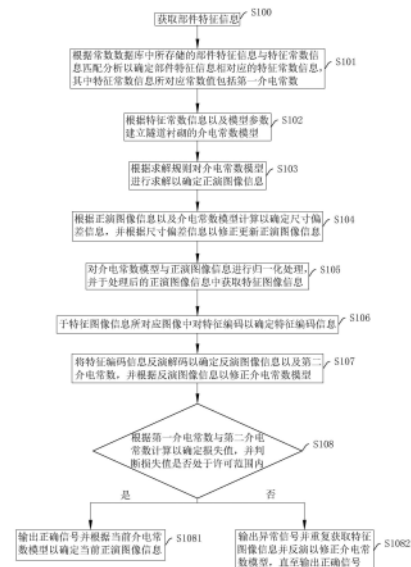
权利要求书4页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法、系统

(57) 摘要

本申请涉及一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法、系统、终端以及存储介质,涉及无损检测技术的领域,其包括获取部件特征信息;根据部件特征信息确定相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;根据特征常数信息以及模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;对介电常数模型进行正演求解、尺寸压缩、归一化处理、特征提取、特征编码、特征反演以修正介电常数模型;并根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值以对模型进行评价。本申请具有提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性的效果。



CN 115060769 B

[接上页]

(56) 对比文件

包小华 等.热弹塑性土体本构模型及在多场耦合数值模拟中的应用.防灾减灾工程学报.2017,第37卷(第4期),第577-585页.

范时杰 等.基于深隧排水的地下水数值反演与预测.甘肃水利水电技术.2021,第57卷(第4期),第42-51页.

Xiaoming Liu et al..Combination weighting-based method for access point optimization of offshore wind farm.Energy Reports.2021,第900-907页.

Fengrui Zhang et al..Creep Parameter

Inversion and Long-Term Stability Analysis of Tunnel Based on GP-DE Intelligent Algorithm.Advances in Materials Science and Engineering.2021,第1-14页.

孙忠辉 等.基于GprMax的隧道衬砌地质雷达检测正演模拟与实测数据分析.工程地球物理学报.2013,(第05期),全文.

黄忠来 等.利用探地雷达频谱反演层状介质几何与电性参数.地球物理学报.2013,(第04期),全文.

1. 一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,包括:

获取部件特征信息;

根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;

根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;

根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息;

求解规则为能对介电常数模型进行正演求解的方法,对介电常数模型进行正演求解的方法为时域有限差分法,正演图像信息所对应的图像为对介电常数模型进行正演求解以获得的灰度图,通过求解麦克斯韦方程组获得一组组的数据矩阵,对数据矩阵按照不同的方法绘制获得灰度图,根据灰度图确定钢筋、混凝土以及裂隙的位置;

根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息;

对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息;

于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息;

特征图像信息所对应图像为对正演图像信息中使用卷积层进行特征提取的图像,所提取的主要为钢筋及围岩中的裂缝松动特征;

将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数,并根据反演图像信息以修正介电常数模型;

反演图像信息所对应图像为将特征编码信息所对应编码进行解码以获取的图像,解码方法与编码方法相对应,第二介电常数为反演处理后模型的相对介电常数,根据反演图像信息以修正介电常数模型,使得介电常数模型趋向实际隧道情况变化;

根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并判断损失值是否处于预设许可范围内;

损失值为所当前所获得的介电常数模型与实际隧道模型的比值,当比值为一时,说明两者完全一致,许可范围为所设定的认定当前介电常数模型与实际隧道模型较为接近时损失值的范围,许可范围为0.95-1,判断的目的是为了得知目前的介电常数模型是否能用于围岩裂隙及松动的检测;

若损失值处于许可范围内,则输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息;

若损失值不处于许可范围内,则输出异常信号并重复获取特征图像信息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号。

2. 根据权利要求1所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,第一介电常数的修正方法包括:

获取各部件特征信息的特征总量信息以及部件特征信息所对应特征中特征的特征编号信息;

根据预设范围数据库中所存储的部件特征信息与常数范围信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的常数范围信息;

根据常数范围信息以确定最小常数信息;

根据常数范围信息与特征总量信息计算以确定间隔数值,并根据最小常数信息、间隔数值与特征编号信息以修正第一介电常数。

3. 根据权利要求2所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,于正演图像信息确定后,基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法:

根据各部件特征信息的特征总量信息计算和值以确定正演数量信息;

将所有正演图像信息根据预设分配比例以及正演数量信息分配于预设训练集合、预设验证集合以及预设测试集合中;

于训练集合中对正演图像信息进行泛化处理以进行模型训练,并于验证集合中对损失值进行计算,且于正确信号输出后控制测试集合中的正演图像信息进行测试评价。

4. 根据权利要求1所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,特征图像信息的获取方法包括:

根据预设卷积尺寸和预设卷积步长以形成卷积层;

于处理后的正演图像信息中根据卷积层以获取特征图像信息;

于异常信号输出后根据预设尺寸单位值与卷积尺寸计算差值以修正更新卷积尺寸并重新进行特征图像信息的获取,并输出调整信号;

根据调整信号的输出次数计数以确定调整次数信息;

判断调整次数信息所对应次数是否大于预设固定值;

若调整次数信息所对应次数不大于固定值,则继续进行卷积尺寸的修正并再次重新进行特征图像信息的获取;

若调整次数信息所对应次数大于固定值,则将调整次数信息所对应数值归零以及将卷积尺寸复位,并根据预设步长单位值与卷积步长计算以修正更新卷积步长。

5. 根据权利要求1所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,对介电常数模型进行归一化处理的方法包括:

根据预设第一排序规则以确定所有第一介电常数中数值最大的第一介电常数和数值最小的介电常数,并将数值最大的第一介电常数定义为上限介电常数,将数值最小的第一介电常数定义为下限介电常数;

定义:

归一化处理后介电常数模型的第一介电常数为 Y ;

归一化处理后介电常数模型的第一介电常数为 y ;

上限介电常数为 y_{max} ;

下限介电常数为 y_{min} ;

$$Y = \left(\frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \right)^2。$$

6. 根据权利要求1所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,对正演图像信息进行归一化处理的方法包括:

根据正演图像信息所对应图像以确定检测振幅信息以及检测相位信息;

根据预设第二排序规则以确定所有检测振幅信息中相对应振幅值最大的检测振幅信

息和相对应振幅值最小的检测振幅信息,并将相对应振幅值最大的检测振幅信息定义为上限振幅信息,将相对应振幅值最小的检测振幅信息定义为下限振幅信息;

定义:

归一化处理后正演图像信息的检测振幅信息为 G ;

归一化处理前正演图像信息的检测振幅信息为 G_n ;

上限振幅信息为 G_{max} ;

下限振幅信息为 G_{min} ;

检测相位信息为 \varnothing ;

$$G = \begin{cases} \frac{G_n}{G_{max}}, & \varnothing > 0 \\ 0, & \varnothing = 0 \\ \left| \frac{G_n}{G_{min}} \right|, & \varnothing < 0 \end{cases} .$$

7. 根据权利要求5所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,其特征在于,损失值的计算方法包括:

根据所有第一介电常数进行均值计算以确定第一均值常数,并根据所有第二介电常数进行均值计算以确定第二均值常数;

根据所有第一介电常数进行方差计算以确定第一方差常数,并根据所有第二介电常数进行方差计算以确定第二方差常数;

根据第一介电常数与第二介电常数进行协方差计算以确定协方差常数;

定义:

损失值为 D ;

第二介电常数为 x ;

第一均值常数为 ρ_y ;

第二均值常数为 ρ_x ;

第一方差常数为 σ_y ;

第二方差常数为 σ_x ;

协方差常数为 σ_{xy} ;

预设第一常量为 c_1 ;

预设第二常量为 c_2 ;

$$D = \frac{(2\rho_x\rho_y+c_1)(2\sigma_{xy}+c_2)}{(\rho_x^2+\rho_y^2+c_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+c_2)} .$$

8. 一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测系统,其特征在于,采用权利要求1至

7任一项所述的基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,包括:

获取模块,用于获取部件特征信息;

处理模块,与获取模块和判断模块连接,用于信息的存储和处理;

处理模块根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;

处理模块根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;

处理模块根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息;

根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸处理模块尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息;

处理模块对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息;

处理模块于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息;

处理模块将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数,并根据反演图像信息以修正介电常数模型;

处理模块根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并使判断模块判断损失值是否处于预设许可范围内;

若判断模块判断出损失值处于许可范围内,则处理模块输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息;

若判断模块判断出损失值不处于许可范围内,则处理模块输出异常信号并重复获取特征图像信息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号。

9.一种终端,其特征在于,包括存储器和处理器,存储器上存储有能够被处理器加载并执行如权利要求1至7中任一种方法的计算机程序。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,存储有能够被处理器加载并执行如权利要求1至7中任一种方法的计算机程序。

一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法、系统

技术领域

[0001] 本申请涉及无损检测技术的领域,尤其是涉及一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法、系统、终端以及存储介质。

背景技术

[0002] 隧道作为一种重要的基础设施,具有连接不同地域空间,跨越地形,减少通行时间的功能,是我国交通工程建设中不可或缺的重要组成部分。然而受到地质条件、施工技术以及循环荷载等因素的影响,隧道围岩中会存在裂隙及松动,在地震、洪水、滑坡等突发性自然灾害的作用下,这些裂隙及松动会成为围岩变形破坏的薄弱点,引起隧道围岩的不均匀变形,导致隧道结构应力状态发生变化,降低隧道结构抵抗突发性自然灾害的能力,对隧道工程的安全性产生威胁。因此,对隧道围岩裂隙及松动进行提前检测并及时处理是保障隧道工程安全的重要手段。

[0003] 相关技术中,为了便于对隧道围岩裂隙及松动进行检测,引入了探地雷达的使用,探地雷达检测是利用高频电磁波确定介质内部物质分布的一种无损检测技术手段,具有高分辨率、高效率、结果直观、无损检测的优点,因而被广泛的应用于隧道工程的检测中来。

[0004] 针对上述中的相关技术,发明人认为利用探地雷达对隧道围岩裂隙检测时易受衬砌结构中金属部件的干扰,导致围岩裂隙信号表达受到压制,无法有效识别围岩中的裂隙,因此,如何提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性是目前亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 为了提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性,本申请提供一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法、系统、终端以及存储介质。

[0006] 第一方面,本申请提供一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,采用如下的技术方案:

[0007] 一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,包括:

[0008] 获取部件特征信息;

[0009] 根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;

[0010] 根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;

[0011] 根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息;

[0012] 根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息;

[0013] 对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息;

[0014] 于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息;

[0015] 将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数,并根据反演图像信息以修正介电常数模型;

[0016] 根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并判断损失值是否处于预设许可范围内;

[0017] 若损失值处于许可范围内,则输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息;

[0018] 若损失值不处于许可范围内,则输出异常信号并重复获取特征图像信息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号。

[0019] 通过采用上述技术方案,先获取隧道中的部件特征信息,根据部件特征信息可确定出对应的特征常数信息,从而能够进行隧道衬砌模型的建立,对所建立的模型进行正演求解、正演图像进行尺寸压缩、正演图像与模型进行归一化、特征提取、特征编码、特征反演生成、反演结果评价以及最终获得围岩裂隙反演图像等步骤,建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,增强裂缝信号强度,最大程度地实现对裂缝位置、裂缝尺寸等信息的获取,解决探地雷达在隧道围岩检测中受金属部件干扰无法实现高精度对隧道围岩一定深度范围的裂缝及松动进行检测的问题,提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性。

[0020] 可选的,第一介电常数的修正方法包括:

[0021] 获取各部件特征信息的特征总量信息以及部件特征信息所对应特征中特征的特征编号信息;

[0022] 根据预设范围数据库中所存储的部件特征信息与常数范围信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的常数范围信息;

[0023] 根据常数范围信息以确定最小常数信息;

[0024] 根据常数范围信息与特征总量信息计算以确定间隔数值,并根据最小常数信息、间隔数值与特征编号信息以修正第一介电常数。

[0025] 通过采用上述技术方案,可使同一特征类型的特征第一介电常数进行泛化,使得该类型特征的第一介电常数不唯一,以减少因第一介电常数不准确而导致模型网络建立不准确的情况发生。

[0026] 可选的,于正演图像信息确定后,基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法:

[0027] 根据各部件特征信息的特征总量信息计算和值以确定正演数量信息;

[0028] 将所有正演图像信息根据预设分配比例以及正演数量信息分配于预设训练集合、预设验证集合以及预设测试集合中;

[0029] 于训练集合中对正演图像信息进行泛化处理以进行模型训练,并于验证集合中对损失值进行计算,且于正确信号输出后控制测试集合中的正演图像信息进行测试评价。

[0030] 通过采用上述技术方案,可对所有正演图像信息进行分类处理,以使训练集合中的正演图像信息能进行泛化以提高模型训练的数据量,从而使得模型网络较为准确,同时,可利用验证集合中的数据对损失值进行计算,以对模型网络进行确定,当模型建立完成后利用测试集合中的数据能对模型进行评价,以使得模型建立过程中能有完整且稳定的建立方法。

[0031] 可选的,特征图像信息的获取方法包括:

- [0032] 根据预设卷积尺寸、预设卷积步长以形成卷积层；
- [0033] 于处理后的正演图像信息中根据卷积层以获取特征图像信息；
- [0034] 于异常信号输出后根据预设尺寸单位值与卷积尺寸计算差值以修正更新卷积尺寸并重新进行特征图像信息的获取,并输出调整信号；
- [0035] 根据调整信号的输出次数计数以确定调整次数信息；
- [0036] 判断调整次数信息所对应次数是否大于预设固定值；
- [0037] 若调整次数信息所对应次数不大于固定值,则继续进行卷积尺寸的修正并再次重新进行特征图像信息的获取；
- [0038] 若调整次数信息所对应次数大于固定值,则将调整次数信息所对应数值归零以及将卷积尺寸复位,并根据预设步长单位值与卷积步长计算以修正更新卷积步长。
- [0039] 通过采用上述技术方案,利用卷积层能对特征图像信息进行获取,当所获取的特征图像信息经过反演处理后使得模型损失值较大时,利用尺寸单位值可修正卷积尺寸,以重新能获取不一致的特征图像信息,进行特征图像的不断更新以尽可能的获取到满足要求的模型,当通过修正卷积尺寸无法得到满足要求的模型时,再对卷积步长进行修正,以重新修正卷积尺寸进行模型的获取,从而减少模型不准确的情况发生。
- [0040] 可选的,对介电常数模型进行归一化处理的方法包括：
- [0041] 根据预设第一排序规则以确定所有第一介电常数中数值最大的第一介电常数和数值最小的介电常数,并将数值最大的第一介电常数定义为上限介电常数,将数值最小的第一介电常数定义为下限介电常数；
- [0042] 定义：
- [0043] 归一化处理后介电常数模型的第一介电常数为 y ；
- [0044] 归一化处理前介电常数模型的第一介电常数为 y ；
- [0045] 上限介电常数为 y_{max} ；
- [0046] 下限介电常数为 y_{min} ；
- [0047]
$$Y = \left(\frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \right)^2。$$
- [0048] 通过采用上述技术方案,利用每个模型的第一介电常数以及所有模型中的上限介电常数和下限介电常数能对每个模型进行归一化处理,以提高模型精度。
- [0049] 可选的,对正演图像信息进行归一化处理的方法包括：
- [0050] 根据正演图像信息所对应图像以确定检测振幅信息以及检测相位信息；
- [0051] 根据预设第二排序规则以确定所有检测振幅信息中相对应振幅值最大的检测振幅信息和相对应振幅值最小的检测振幅信息,并将相对应振幅值最大的检测振幅信息定义为上限振幅信息,将相对应振幅值最小的检测振幅信息定义为下限振幅信息；
- [0052] 定义：
- [0053] 归一化处理后正演图像信息的检测振幅信息为 G ；
- [0054] 归一化处理前正演图像信息的检测振幅信息为 G_n ；
- [0055] 上限振幅信息为 G_{max} ；

[0056] 下限振幅信息为 G_{min} ;

[0057] 检测相位信息为 \varnothing ;

$$[0058] \quad G = \begin{cases} \frac{G_n}{G_{max}}, & \varnothing > 0 \\ 0, & \varnothing = 0 \\ \left| \frac{G_n}{G_{min}} \right|, & \varnothing < 0 \end{cases}。$$

[0059] 通过采用上述技术方案,可利用每个正演图像信息的振幅与相位对正演图像信息进行归一化处理,提高正演图像信息的精度。

[0060] 可选的,损失值的计算方法包括:

[0061] 根据所有第一介电常数进行均值计算以确定第一均值常数,并根据所有第二介电常数进行均值计算以确定第二均值常数;

[0062] 根据所有第一介电常数进行方差计算以确定第一方差常数,并根据所有第二介电常数进行方差计算以确定第二方差常数;

[0063] 根据第一介电常数与第二介电常数进行协方差计算以确定协方差常数;

[0064] 定义:

[0065] 损失值为 D ;

[0066] 第二介电常数为 x ;

[0067] 第一均值常数为 ρ_y ;

[0068] 第二均值常数为 ρ_x ;

[0069] 第一方差常数为 σ_y ;

[0070] 第二方差常数为 σ_x ;

[0071] 协方差常数为 σ_{xy} ;

[0072] 预设第一常量为 c_1 ;

[0073] 预设第二常量为 c_2 ;

$$[0074] \quad D = \frac{(2\rho_x\rho_y+c_1)(2\sigma_{xy}+c_2)}{(\rho_x^2+\rho_y^2+c_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+c_2)}。$$

[0075] 通过采用上述技术方案,可对反演所获得的模型进行损失值计算,以确定该模型是否接近实际隧道模型,从而能建立较为准确的模型网络。

[0076] 第二方面,本申请提供一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测系统,采用如下的技术方案:

[0077] 一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测系统,包括:

[0078] 获取模块,用于获取部件特征信息;

[0079] 处理模块,与获取模块和判断模块连接,用于信息的存储和处理;

[0080] 处理模块根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;

[0081] 处理模块根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;

- [0082] 处理模块根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息；
- [0083] 根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸处理模块尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息；
- [0084] 处理模块对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息；
- [0085] 处理模块于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息；
- [0086] 处理模块将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数,并根据反演图像信息以修正介电常数模型；
- [0087] 处理模块根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并使判断模块判断损失值是否处于预设许可范围内；
- [0088] 若判断模块判断出损失值处于许可范围内,则处理模块输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息；
- [0089] 若判断模块判断出损失值不处于许可范围内,则处理模块输出异常信号并重复获取特征图像信息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号。
- [0090] 通过采用上述技术方案,获取模块先获取隧道中的部件特征信息,处理模块根据部件特征信息可确定出对应的特征常数信息,从而能够进行隧道衬砌模型的建立,处理模块对所建立的模型进行正演求解、正演图像进行尺寸压缩、正演图像与模型进行归一化、特征提取、特征编码、特征反演生成、反演结果评价以及最终获得围岩裂隙反演图像等步骤,建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,增强裂缝信号强度,最大程度地实现对裂缝位置、裂缝尺寸等信息的获取,解决探地雷达在隧道围岩检测中受金属部件干扰无法实现高精度对隧道围岩一定深度范围的裂缝及松动进行检测的问题,提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性。
- [0091] 第三方面,本申请提供一种终端,采用如下的技术方案:
- [0092] 一种终端,包括存储器和处理器,存储器上存储有能够被处理器加载并执行上述任一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的计算机程序。
- [0093] 通过采用上述技术方案,通过终端的使用,先获取隧道中的部件特征信息,根据部件特征信息可确定出对应的特征常数信息,从而能够进行隧道衬砌模型的建立,对所建立的模型进行正演求解、正演图像进行尺寸压缩、正演图像与模型进行归一化、特征提取、特征编码、特征反演生成、反演结果评价以及最终获得围岩裂隙反演图像等步骤,建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,增强裂缝信号强度,最大程度地实现对裂缝位置、裂缝尺寸等信息的获取,解决探地雷达在隧道围岩检测中受金属部件干扰无法实现高精度对隧道围岩一定深度范围的裂缝及松动进行检测的问题,提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性。
- [0094] 第四方面,本申请提供一种计算机存储介质,能够存储相应的程序,具有提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性的特点,采用如下的技术方案:
- [0095] 一种计算机可读存储介质,存储有能够被处理器加载并执行上述任一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的计算机程序。
- [0096] 通过采用上述技术方案,存储介质中有基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的计算机程序,先获取隧道中的部件特征信息,根据部件特征信息可确定出对应的特

征常数信息,从而能够进行隧道衬砌模型的建立,对所建立的模型进行正演求解、正演图像进行尺寸压缩、正演图像与模型进行归一化、特征提取、特征编码、特征反演生成、反演结果评价以及最终获得围岩裂隙反演图像等步骤,建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,增强裂缝信号强度,最大程度地实现对裂缝位置、裂缝尺寸等信息的获取,解决探地雷达在隧道围岩检测中受金属部件干扰无法实现高精度对隧道围岩一定深度范围的裂缝及松动进行检测的问题,提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性。

[0097] 综上所述,本申请包括以下至少一种有益技术效果:

[0098] 1. 利用正演反演处理可对隧道的神经网络模型进行训练,从而能建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,以压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,提高隧道围岩裂隙及松动检测的准确性;

[0099] 2. 可对第一介电常数进行数据不一致处理,以使得同一类型特征的第一介电常数不唯一,减少因第一介电常数不准确而导致模型训练效果较差的情况发生;

[0100] 3. 可对卷积尺寸和卷积步长进行不断修正,以使得所获取的隧道模型较为接近实际隧道,便于后续对隧道围岩裂隙及松动进行检测。

附图说明

[0101] 图1是基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的流程图。

[0102] 图2是第一介电常数修正方法的流程图。

[0103] 图3是正演数据分类方法的流程图。

[0104] 图4是特征图像修正更新方法的流程图。

[0105] 图5是基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的模块流程图。

具体实施方式

[0106] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图1-5及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0107] 下面结合说明书附图对本发明实施例作进一步详细描述。

[0108] 本申请实施例公开一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法,根据隧道情况可建立介电常数模型,再对介电常数模型进行正演求解、检测数据分类、检测数据进行处理、检测数据进行尺寸压缩、检测数据及介电常数模型进行归一化、特征提取、特征编码、特征反演生成、反演结果评价以及最终获得围岩裂隙反演图像等步骤,建立适用于隧道围岩裂隙检测的智能反演网络模型,压制衬砌中钢筋等金属部件的干扰信号,增强裂缝信号强度,最大程度地实现对裂缝位置、裂缝尺寸等信息的获取,解决探地雷达在隧道围岩检测中受金属部件干扰无法高精度实现对隧道围岩一定深度范围的裂缝及松动的检测的问题,提升面临地震、泥石流、滑坡等突发自然灾害时,隧道围岩检测的深度和精度。

[0109] 参照图1,基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测的方法流程包括以下步骤:

[0110] 步骤S100:获取部件特征信息。

[0111] 部件特征信息所对应特征为隧道内各部件特征类型,例如钢筋、混凝土、围岩等,

通过对隧道建设时的设计图纸分析以获取,不作赘述。

[0112] 步骤S101:根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数。

[0113] 特征常数信息所对应的常数值为部件特征信息所对应特征相对应的一些常数值,该常数值包括相对介电常数、电导率、间距等,不同的特征类型所对应的特征常数信息中所包含的常数类型不一致,两者的对应关系由工作人员进行输入,根据不同的部件特征信息以及相对应的特征常数信息可进行常数数据库的建立,建立的方法为本领域技术人员常规技术手段,不作赘述;其中,将特征常数信息所对应常数值中的相对介电常数定义为第一介电常数以进行标识,以便于后续对模型进行建立。

[0114] 步骤S102:根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型。

[0115] 模型参数为工作人员提前所设定的参数类型以及相对应的参数值,例如模型尺寸、网格尺寸、时窗和道间距等,具体所需的参数类型以及对应的参数值由工作人员根据实际情况进行设定,不作赘述;介电常数模型所对应模型为部件特征信息所对应特征根据特征常数信息以建立的虚拟模型,通过matlab编程以实现模型的建立,具体的建立方法为本领域技术人员常规技术手段,不作赘述。

[0116] 步骤S103:根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息。

[0117] 求解规则为能对介电常数模型进行正演求解的方法,例如时域有限差分法,正演图像信息所对应的图像为对介电常数模型进行正演求解以获得的灰度图,通过求解麦克斯韦方程组可获得一组组的数据矩阵,对数据矩阵按照不同的方法绘制便可以获得灰度图,根据灰度图可以确定钢筋、混凝土以及裂隙等的位置。

[0118] 步骤S104:根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息。

[0119] 尺寸偏差信息所对应的偏差值为介电常数模型中对应特征与正演图像信息对应特征之间的偏差值,可选取某一特征进行定位以确定多余的时间深度,即尺寸偏差信息;根据尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息以保证正演图像与介电常数模型有相同的长宽比,便于后续对模型网络的建立。

[0120] 步骤S105:对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息。

[0121] 对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理以提高介电常数模型与正演图像信息的精度,特征图像信息所对应图像为正演图像信息所对应图像中特征的图像;其中对介电常数模型进行归一化处理的方法如下:

[0122] 根据第一排序规则以确定所有第一介电常数中数值最大的第一介电常数和数值最小的介电常数,并将数值最大的第一介电常数定义为上限介电常数,将数值最小的第一介电常数定义为下限介电常数;其中,第一排序规则为能对数值大小进行排序的方法,例如冒泡法,通过第一排序规则可确定出所有第一介电常数中数值最大的第一介电常数和数值最小的介电常数,该所有第一介电常数为同一类型特征的所有第一介电常数,并非所有类型特征的第一介电常数;将数值最大的第一介电常数定义为上限介电常数,将数值最小的第一介电常数定义为下限介电常数,以实现两个第一介电常数的标识,便于后续对该

数据进行调用；

[0123] 定义：

[0124] 归一化处理后介电常数模型的第一介电常数为 y ；

[0125] 归一化处理前介电常数模型的第一介电常数为 y ；

[0126] 上限介电常数为 y_{max} ；

[0127] 下限介电常数为 y_{min} ；

[0128]
$$Y = \left(\frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \right)^2$$
；

[0129] 其中对正演图像信息进行归一化处理的方法如下：

[0130] 根据正演图像信息所对应图像以确定检测振幅信息以及检测相位信息；根据第二排序规则以确定所有检测振幅信息中相对应振幅值最大的检测振幅信息和相对应振幅值最小的检测振幅信息，并将相对应振幅值最大的检测振幅信息定义为上限振幅信息，将相对应振幅值最小的检测振幅信息定义为下限振幅信息；其中，检测振幅信息所对应振幅值为正演图像信息所对应图像的振幅值，检测相位信息所对应相位值为正演图像信息所对应图像中的相位值，两者均可通过对图像分析以获取，不作赘述；第二排序规则为能对数值大小进行排序的方法，例如冒泡法，通过第二排序规则可确定出所有检测振幅信息中相对应振幅值最大的检测振幅信息和相对应振幅值最小的检测振幅信息，其中，所有检测振幅信息为同一类型特征正演所获得的正演图像的检测振幅信息，并非所有不同类型特征的检测振幅信息；将相对应振幅值最大的检测振幅信息定义为上限振幅信息，将相对应振幅值最小的检测振幅信息定义为下限振幅信息，实现对两个极限检测振幅信息的定义标识，以便于后续对该数据进行调用；

[0131] 定义：

[0132] 归一化处理后正演图像信息的检测振幅信息所对应振幅值为 G ；

[0133] 归一化处理前正演图像信息的检测振幅信息所对应振幅值为 G_n ；

[0134] 上限振幅信息所对应振幅值为 G_{max} ；

[0135] 下限振幅信息所对应振幅值为 G_{min} ；

[0136] 检测相位信息所对应相位值为 \emptyset ；

[0137]
$$G = \begin{cases} \frac{G_n}{G_{max}}, & \emptyset > 0 \\ 0, & \emptyset = 0 \\ \left| \frac{G_n}{G_{min}} \right|, & \emptyset < 0 \end{cases}。$$

[0138] 步骤S106：于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息。

[0139] 特征编码信息所对应编码值为特征的编码值，通过将提取的特征图像输入到全连接网络中以实现特征的编码，编码方法例如：当图像中存在钢筋时，将该位置标记为1，当图像汇总存在裂缝时，将该位置标记为2，以此类推。

[0140] 步骤S107：将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数，并根据反演图像信息以修正介电常数模型。

[0141] 反演图像信息所对应图像为将特征编码信息所对应编码进行解码以获取的图像,解码方法与编码方法相对应,第二介电常数为反演处理后模型的相对介电常数,根据反演图像信息以修正介电常数模型,使得介电常数模型趋向实际隧道情况变化。

[0142] 步骤S108:根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并判断损失值是否处于预设许可范围内。

[0143] 损失值为所当前所获得的介电常数模型与实际隧道模型的比值,当比值为一时,说明两者完全一致,许可范围为工作人员所设定的认定当前介电常数模型与实际隧道模型较为接近时损失值的范围,优选的许可范围为0.95-1,判断的目的是为了得知目前的节点常数模型是否能用于围岩裂隙及松动的检测;其中,损失值的计算方法如下:

[0144] 根据所有第一介电常数进行均值计算以确定第一均值常数,并根据所有第二介电常数进行均值计算以确定第二均值常数;根据所有第一介电常数进行方差计算以确定第一方差常数,并根据所有第二介电常数进行方差计算以确定第二方差常数;根据第一介电常数与第二介电常数进行协方差计算以确定协方差常数;其中,第一均值常数为该类特征的所有第一介电常数的平均值,第二均值常数为该类特征的所有第二介电常数的平均值,第一方差常数为该类特征的所有第一介电常数的方差计算结果值,第二方差常数为该类特征的所有第二介电常数的方差计算结果值,协方差常数为该类特征的所有第一介电常数以及相对应的第二介电常数进行协方差计算的结果值;

[0145] 定义:

[0146] 损失值为 D ;

[0147] 第二介电常数为 x ;

[0148] 第一均值常数为 ρ_y ;

[0149] 第二均值常数为 ρ_x ;

[0150] 第一方差常数为 σ_y ;

[0151] 第二方差常数为 σ_x ;

[0152] 协方差常数为 σ_{xy} ;

[0153] 预设第一常量为 c_1 ;

[0154] 预设第二常量为 c_2 ;

[0155]
$$D = \frac{(2\rho_x\rho_y+c_1)(2\sigma_{xy}+c_2)}{(\rho_x^2+\rho_y^2+c_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+c_2)};$$

[0156] 其中,第一常量与第二常量的设置仅为了使分母不为零,不具备其他效果,两者的具体数值可有工作人员根据实际情况进行设定,不作赘述。

[0157] 步骤S1081:若损失值处于许可范围内,则输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息。

[0158] 当损失值处于许可范围内时,说明此时的模型较为准确,此时输出正确信号以对该情况进行标识,以根据当前介电常数模型对正演图像信息进行确定,此时该图像中存在的裂隙和松动即为实际隧道中存在的裂隙和松动。

[0159] 步骤S1082:若损失值不处于许可范围内,则输出异常信号并重复获取特征图像信

息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号。

[0160] 当损失值不处于许可范围内时,说明此时的模型与实际情况存在较大偏差,此时输出异常信号以对该情况进行标识,以重复获取特征图像信息以进行正演反演操作,实现对模型的不训练修正,直至输出正确信号以得到较为准确的模型。

[0161] 参照图2,第一介电常数的修正方法包括:

[0162] 步骤S200:获取各部件特征信息的特征总量信息以及部件特征信息所对应特征中特征的特征编号信息。

[0163] 特征总量信息所对应数量值为各部件特征信息所对应特征类型的总数值,例如存在100个钢筋的部件特征信息,则特征总量信息所对应数量为100;特征编号信息所对应编号值为同一类型特征中先后获取的编号值,例如先获取的钢筋编号为0,再次获取到钢筋时编号值为1,以此类推。

[0164] 步骤S201:根据预设范围数据库中所存储的部件特征信息与常数范围信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的常数范围信息。

[0165] 常数范围信息所对应范围为部件特征信息所对应特征所对应的第一介电常数范围,例如混凝土的含水率、配合比、养护时间等都会影响混凝土的相对介电常数,从而使得混凝土的相对介电常数为一个范围中,两者的对应关系由工作人员根据实际情况进行手动输入,根据不同的部件特征信息以及常数范围信息可进行范围数据库的建立,建立的方法为本领域技术人员常规技术手段,不作赘述。

[0166] 步骤S202:根据常数范围信息以确定最小常数信息。

[0167] 最小常数信息所对应常数为常数范围信息所对应范围中的最小值。

[0168] 步骤S203:根据常数范围信息与特征总量信息计算以确定间隔数值,并根据最小常数信息、间隔数值与特征编号信息以修正第一介电常数。

[0169] 间隔数值为同一类型特征的第一介电常数所需间隔的数值,通过常数范围信息所对应范围大小除以特征总量信息所对应总量以获取,并根据最小常数信息、间隔数值与特征编号信息以修正第一介电常数,使得同一类型特征的第一介电常数不一致,修正公式如下: $y = y_m + M \cdot A$,其中, y_m 为最小常数信息所对应常数, M 为间隔数值, A 为特征编号信息所对应编号值。

[0170] 参照图3,于正演图像信息确定后,基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法:

[0171] 步骤S300:根据各部件特征信息的特征总量信息计算和值以确定正演数量信息。

[0172] 正演数量信息所对应数量值为模型的总数量值,可通过对各部件特征信息的特征总量信息进行总和值以获取。

[0173] 步骤S301:将所有正演图像信息根据预设分配比例以及正演数量信息分配于预设训练集合、预设验证集合以及预设测试集合中。

[0174] 训练集合为提前设置的用于存放对模型进行训练的数据的集合,验证比例为提前设置的用于存放对模型损失值进行计算的数据的集合,测试集合为提前设置的用于存放对合格模型进行验算的数据的集合;分配比例为训练集合、验证集合与测试集合之间的数据分配比例值,由工作人员根据实际情况提前设定,根据分配比例值可将所有正演图像信息进行有序分配。

[0175] 步骤S302:于训练集合中对正演图像信息进行泛化处理以进行模型训练,并于验证集合中对损失值进行计算,且于正确信号输出后控制测试集合中的正演图像信息进行测试评价。

[0176] 对训练集合中的正演图像信息进行泛化处理以使训练集合中的数据量增大,有利于模型的训练,其中泛化处理包括镜像翻转、局部放大、滤波、增益等操作;验证集合和测试集合中的数据可进行尺寸偏差修正和归一化处理,以对损失值进行计算和合格模型的验证。

[0177] 参照图4,特征图像信息的获取方法包括:

[0178] 步骤S400:根据预设卷积尺寸、预设卷积步长以形成卷积层。

[0179] 卷积尺寸和卷积步长均为工作人员提前设置的定值,根据对应卷积尺寸与卷积步长可进行卷积层的设置,设置方法为本领域技术人员常规技术手段,不作赘述。

[0180] 步骤S401:于处理后的正演图像信息中根据卷积层以获取特征图像信息。

[0181] 特征图像信息所对应图像为对正演图像信息中使用卷积层进行特征提取的图像,所提取的主要为钢筋及围岩中的裂缝松动特征;反演所使用的为逆卷积层,所对应的卷积步长的值和卷积尺寸的值由工作人员根据实际情况进行设定,此处不作赘述。

[0182] 步骤S402:于异常信号输出后根据预设尺寸单位值与卷积尺寸计算差值以修正更新卷积尺寸并重新进行特征图像信息的获取,并输出调整信号。

[0183] 当输出异常信号时,需要对特征图像信息重新获取,此时利用尺寸单位值以对卷积尺寸进行修正,以使卷积层中的卷积尺寸变化,从而使得所获取的特征图像能进行改变,从而再次进行模型的建立,其中,尺寸单位值为工作人员所设定的定值,修正卷积尺寸的方法为原卷积尺寸减去尺寸单位值,输出调整信息以对该情况进行标识记录,便于后续对该情况进一步分析。

[0184] 步骤S403:根据调整信号的输出次数计数以确定调整次数信息。

[0185] 调整次数信息所对应次数值为对卷积层的卷积尺寸进行修正的次数值,可通过对调整信号的输出次数进行计数以获取,计数方法为本领域技术人员常规技术手段,不作赘述。

[0186] 步骤S404:判断调整次数信息所对应次数是否大于预设固定值。

[0187] 固定值为在当前卷积步长下所允许卷积尺寸进行调整以获取合格模型的最大次数,判断的目地是为了得知在当前卷积步长下调整卷积尺寸是否能将模型调整至符合要求的状态。

[0188] 步骤S4041:若调整次数信息所对应次数不大于固定值,则继续进行卷积尺寸的修正并再次重新进行特征图像信息的获取。

[0189] 当调整次数信息所对应次数不大于固定值时,说明还能在当前卷积步长下对卷积尺寸进行调整以对模型进行调整,此时继续进行卷积尺寸的修正以对模型进行调整即可。

[0190] 步骤S4042:若调整次数信息所对应次数大于固定值,则将调整次数信息所对应数值归零以及将卷积尺寸复位,并根据预设步长单位值与卷积步长计算以修正更新卷积步长。

[0191] 当调整次数信息所对应次数大于固定值时,说明在当前卷积步长下对无论对卷积尺寸如何调整也无法得到满足要求的模型,此时根据步长单位值以对卷积步长进行修正更

新,并将调整次数信息所对应数值归零以及将卷积尺寸复位,以使得将卷积步长修正后能重新对卷积尺寸进行修正,以重新获取模型,直至确定出符合要求的模型;其中,卷积步长的修正可以为原卷积步长加上步长单位值,也可以为原卷积步长减去步长单位值,具体修正方法由工作人员根据实际情况进行设定,不作赘述。

[0192] 参照图5,基于同一发明构思,本发明实施例提供一种基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测系统,包括:

[0193] 获取模块,用于获取部件特征信息;

[0194] 处理模块,与获取模块和判断模块连接,用于信息的存储和处理;

[0195] 处理模块根据预设常数数据库中所存储的部件特征信息与特征常数信息匹配分析以确定部件特征信息相对应的特征常数信息,其中特征常数信息所对应常数值包括第一介电常数;

[0196] 处理模块根据特征常数信息以及预设模型参数建立隧道衬砌的介电常数模型;

[0197] 处理模块根据预设求解规则对介电常数模型进行求解以确定正演图像信息;

[0198] 根据正演图像信息以及介电常数模型计算以确定尺寸偏差信息,并根据尺寸偏差信息以修正更新正演图像信息;

[0199] 处理模块对介电常数模型与正演图像信息进行归一化处理,并于处理后的正演图像信息中获取特征图像信息;

[0200] 处理模块于特征图像信息所对应图像中对特征编码以确定特征编码信息;

[0201] 处理模块将特征编码信息反演解码以确定反演图像信息以及第二介电常数,并根据反演图像信息以修正介电常数模型;

[0202] 处理模块根据第一介电常数与第二介电常数计算以确定损失值,并使判断模块判断损失值是否处于预设许可范围内;

[0203] 若判断模块判断出损失值处于许可范围内,则处理模块输出正确信号并根据当前介电常数模型以确定当前正演图像信息;

[0204] 若判断模块判断出损失值不处于许可范围内,则处理模块输出异常信号并重复获取特征图像信息并反演以修正介电常数模型,直至输出正确信号;

[0205] 第一介电常数修正模块,用于对相同类型的特征进行第一介电常数的修正,以使同一类型特征的第一介电常数不唯一,减少第一介电常数偏差较大而导致模型不准确的情况发生;

[0206] 数据分类模块,用于对所有正演图像信息进行分离,便于后续对模型进行训练确定;

[0207] 特征图像修正模块,根据所获取模型的情况以对特征图像的获取情况进行修正,以对模型不断修正;

[0208] 模型归一化处理模块,用于对介电常数模型进行归一化处理,提高模型精度;

[0209] 正演图像归一化处理模块,用于对正演所获取的图像数据进行归一化处理,提高图像精度;

[0210] 损失值计算模块,用于对模型损失值进行计算,以确定模型是否符合要求。

[0211] 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,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模

块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0212] 本发明实施例提供一种计算机可读存储介质,存储有能够被处理器加载并执行基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的计算机程序。

[0213] 计算机存储介质例如包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0214] 基于同一发明构思,本发明实施例提供一种终端,包括存储器和处理器,存储器上存储有能够被处理器加载并执行基于智能反演的隧道围岩裂隙及松动检测方法的计算机程序。

[0215] 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,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。上述描述的系统,装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0216] 以上均为本申请的较佳实施例,并非依此限制本申请的保护范围,本说明书(包括摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或者具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

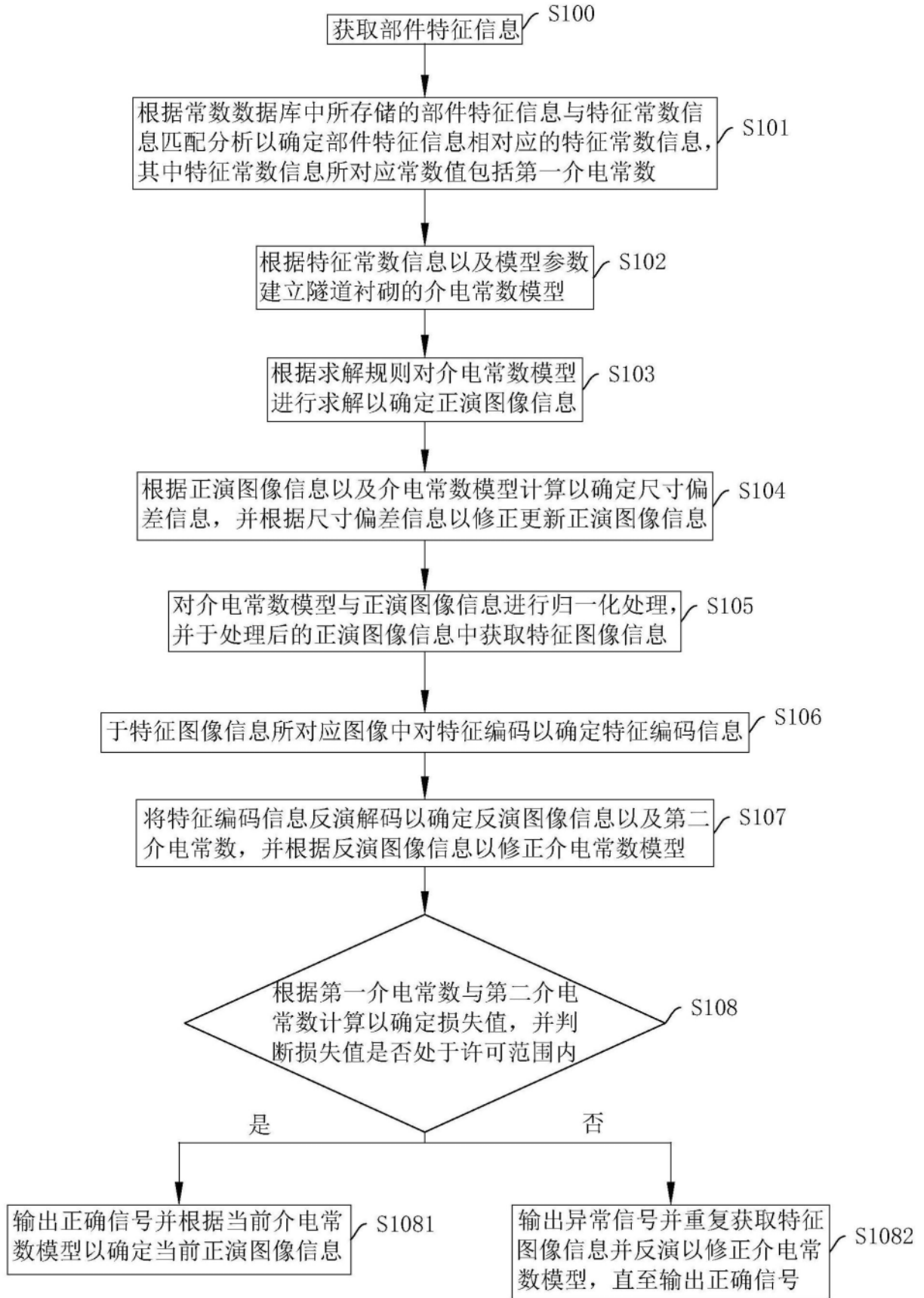


图1

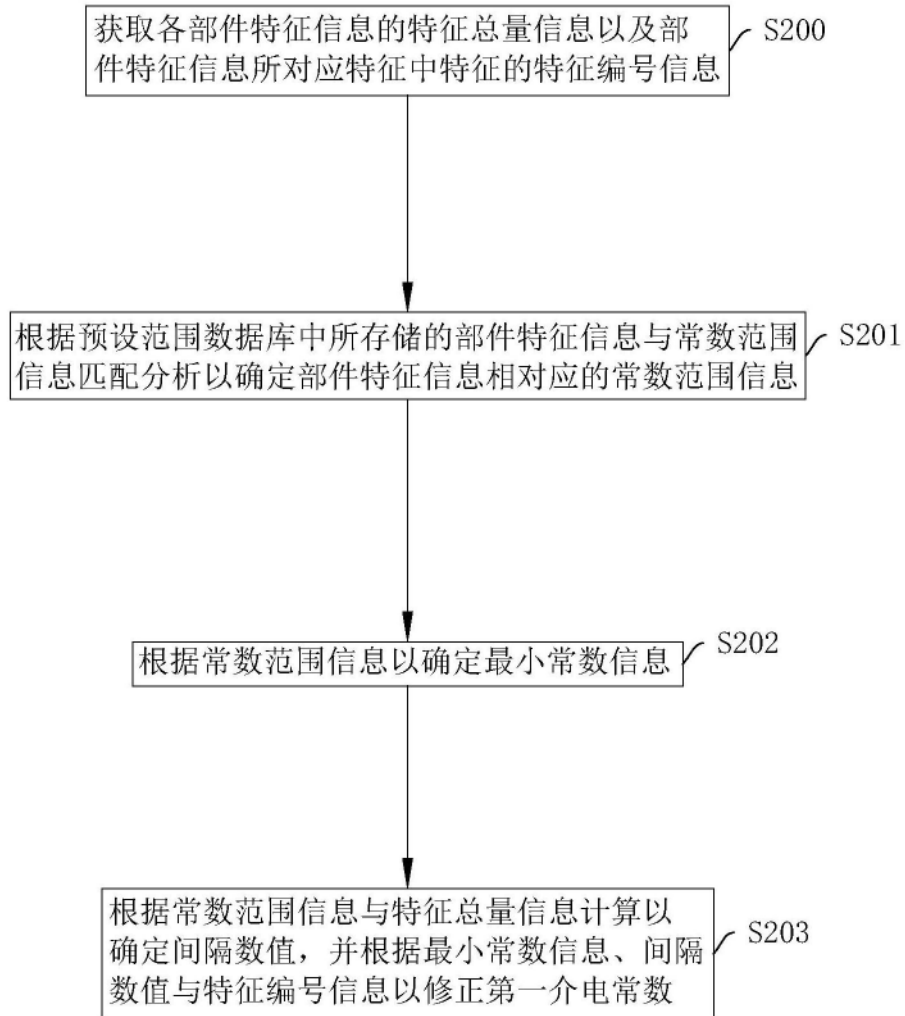


图2

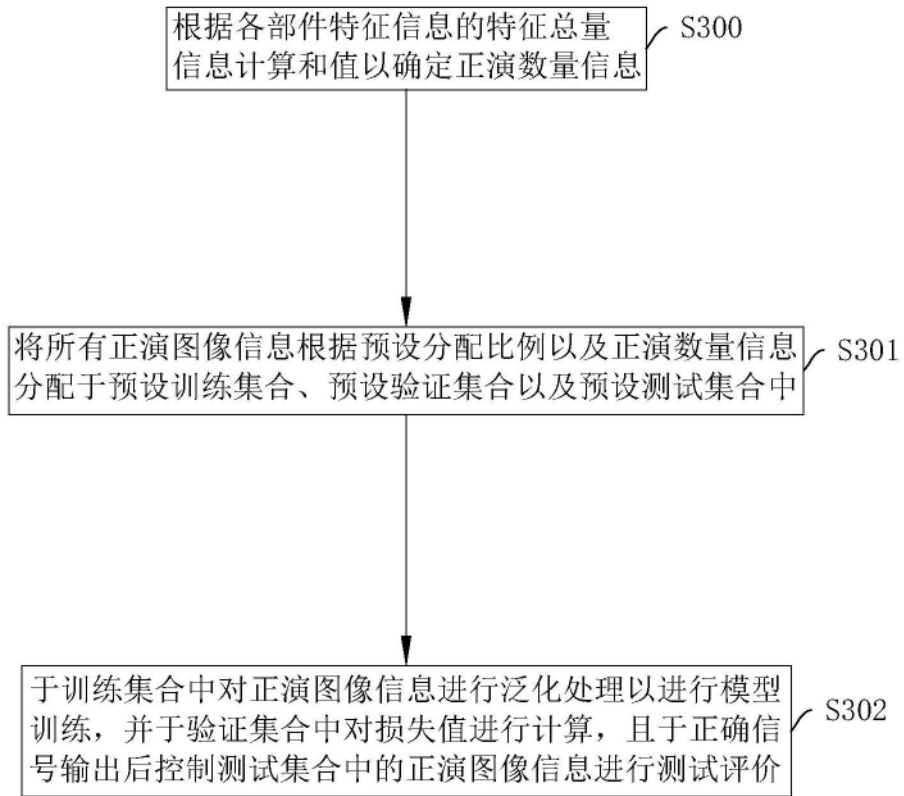


图3

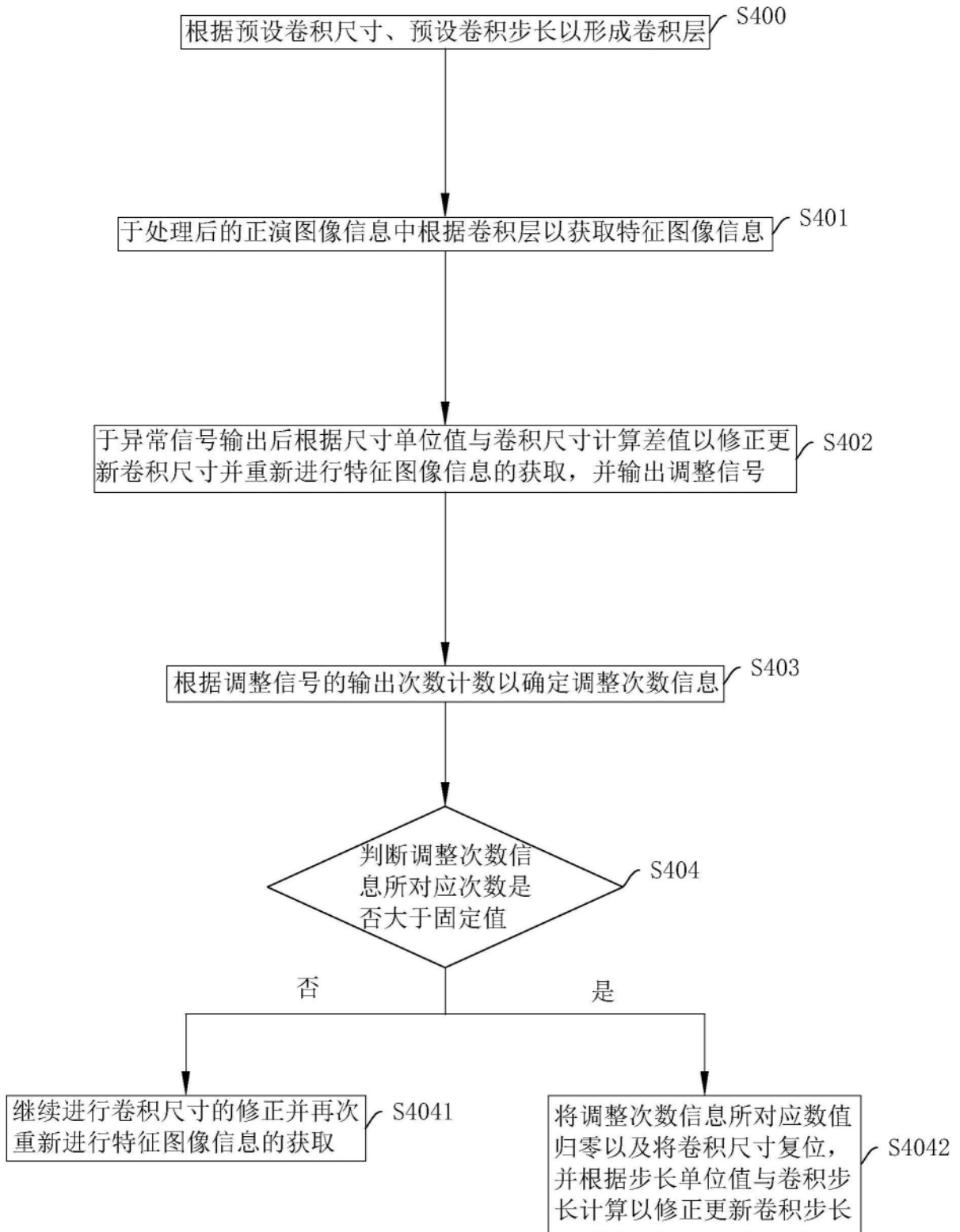


图4

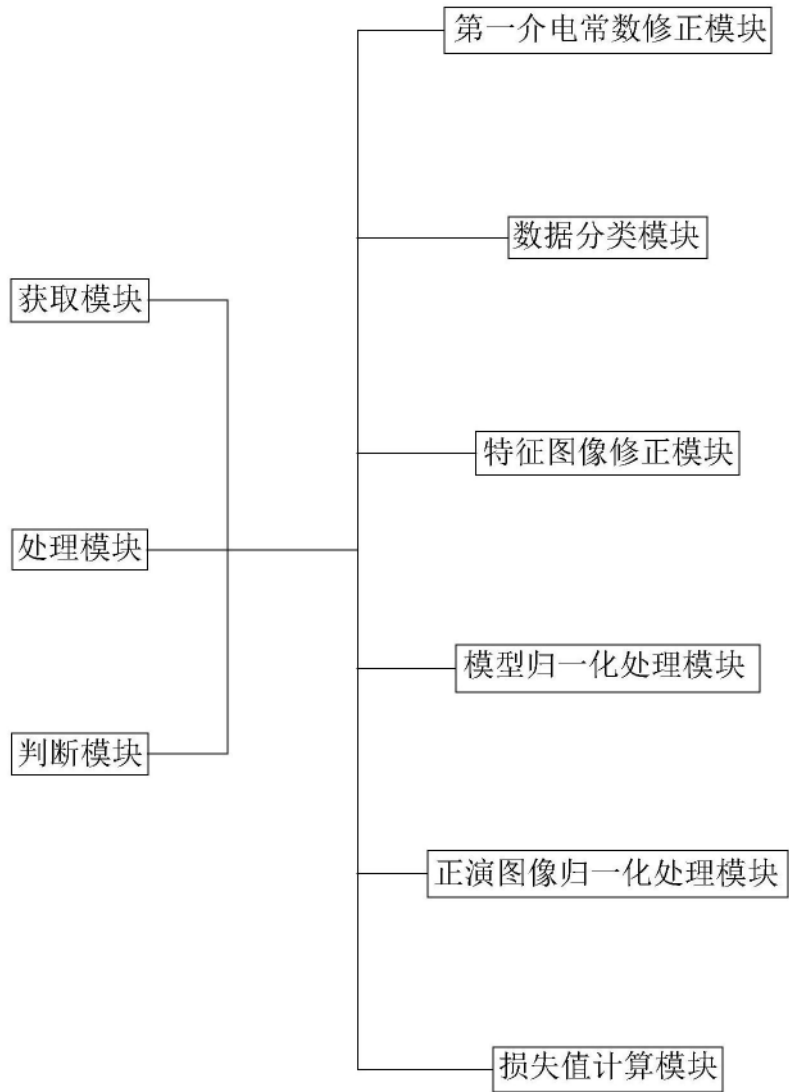


图5