



(21) 申请号 202411145350.7

(22) 申请日 2024.08.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119106918 A

(43) 申请公布日 2024.12.10

(73) 专利权人 吉林省水利水电勘测设计研究院

地址 130021 吉林省长春市解放大路2382

号

(72) 发明人 刘树峰 王倩 李迪 秦晋

唐梓元 刘洪键 王金玉 尚殿钧

封晓辉 孙黎明 李维朝 刘俊廷

黄山 冀佳星 范巍 唐潮

(74) 专利代理机构 北京正华智诚专利代理事务

所(普通合伙) 11870

专利代理师 李蕊

(51) Int.Cl.

G06Q 10/0635 (2023.01)

G06Q 50/08 (2012.01)

G06V 20/17 (2022.01)

G06V 20/10 (2022.01)

G06N 3/042 (2023.01)

G06N 3/08 (2023.01)

(56) 对比文件

KR 101762809 B1, 2017.07.28

审查员 雷静静

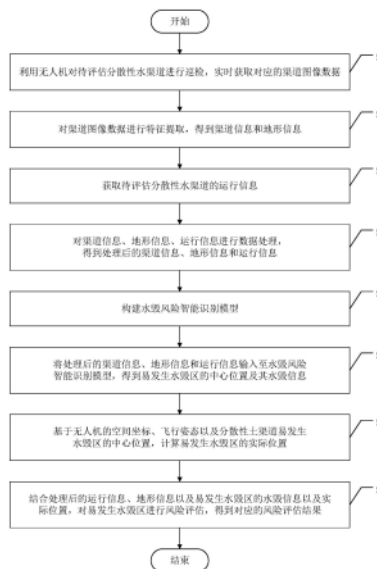
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其涉及水利工程技术领域。本发明提出了一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,在分散性土渠道水毁之前,利用因果模型和深度学习网络准确快速确定分散性土渠道中易发生水毁的位置,并根据分级标准确定风险程度,可以在工程设计中合理设计防护措施,减少或避免水毁风险的发生,有效预防水毁对渠道的损坏;还可以在运行期现场巡视检查过程中,根据识别确定的易水毁位置设定重点检查位置,及早发现水毁位置,避免因遗漏而导致水毁程度增大,降低工程修复的难度和费用,这对于分散性土渠道工程设计、安全评估、危害预防与应急抢险等均具有重要的工程意义。



1. 一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:包括以下步骤:

S1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,实时获取对应的渠道图像数据;

S2、对渠道图像数据进行特征提取,得到渠道信息和地形信息;

S3、获取待评估分散性土渠道的运行信息;

S4、对渠道信息、地形信息、运行信息进行数据处理,得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息;

S5、构建水毁风险智能识别模型;

S6、将处理后的渠道信息、地形信息和运行信息输入至水毁风险智能识别模型,得到易发生水毁区的中心位置及其水毁信息;

S7、基于无人机的空间坐标、飞行姿态以及分散性土渠道易发生水毁区的中心位置,计算易发生水毁区的实际位置;

S8、结合处理后的运行信息、地形信息以及易发生水毁区的水毁信息以及实际位置,对易发生水毁区进行风险评估,得到对应的风险评估结果;

所述步骤S5中的水毁风险智能识别模型采用基于因果模型的深度学习网络,包括输入层、多个隐藏层和输出层,每个隐藏层均包括多个隐藏单元;

所述步骤S5中的水毁风险智能识别模型的训练过程包括以下步骤:

S5-1、获取已发生水毁的分散性土渠道的训练水毁位置、训练水毁信息、训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息;

S5-2、基于训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息,构建初始分散性土渠道水毁训练数据库;

S5-3、对初始分散性土渠道风险训练数据库中的所有训练数据进行数据清洗,得到分散性土渠道水毁训练数据库;

S5-4、将训练水毁位置、训练水毁信息作为水毁风险智能识别模型的标签;

S5-5、将分散性土渠道水毁训练数据库中的训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息和标签输入至水毁风险智能识别模型进行训练,调整水毁风险智能识别模型的隐藏层数以及隐藏单元数、权重参数,得到训练后的水毁风险智能识别模型;

所述步骤S5-1包括以下步骤:

S5-1-1、利用无人机对已发生水毁的分散性土渠道进行扫描,确定训练水毁位置及其初始训练地形信息;

S5-1-2、结合人工辅助标识,利用非连续性分析技术和SURF算法对训练水毁位置进行测绘,提取训练水毁位置的初始训练水毁信息、初始训练渠道信息;

S5-1-3、基于初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息,以地理位置为基准,确定训练水毁位置的初始训练运行信息;

S5-1-4、对初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息以及初始训练运行信息进行位置、时间和单位的统一校正处理,得到训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息。

2. 根据权利要求1所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述步骤S1包括以下步骤:

S1-1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,采集对应的初始渠道图像数据和

飞行环境数据并实时上传至服务器；

S1-2、基于飞行环境数据,选取数据处理方法对初始渠道图像数据进行图像增强、几何辐射校正,得到处理后的渠道图像数据,即渠道图像数据。

3.根据权利要求1所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述渠道信息包括渠道高度、坡比;所述地形信息包括汇流面积、渠道顶部与渠外初始高度差;所述运行信息包括渠道的运行时长、降水强度和降雨持续时间;所述水毁信息包括水毁位置的水毁深度和水毁宽度。

4.根据权利要求1所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述步骤S4中的数据处理包括数据校正和数据清洗,其中:

数据校正的具体过程为:

将渠道信息、地形信息和运行信息进行位置校正、时间校正和单位校正,得到校正后的渠道信息、地形信息和运行信息;

数据清洗的具体过程为:

对校正后的渠道信息、地形信息和运行信息进行筛选,删除异常数据,并采用经验值或插值法对缺失数据进行补全,保留补全后的数据和正常数据,即得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息。

5.根据权利要求1所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述步骤S6的具体过程为:

通过水毁风险智能识别模型对待评估分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息与已发生水毁的分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息进行匹配,将与已发生水毁的分散性土渠道数据一致的作为易发生水毁区,并输出对应的中心位置及其水毁信息。

6.根据权利要求1所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述步骤S7的计算公式为:

$$H=f \times GSD/a$$

$$X=X_0+H \times \tan(\alpha) \times \cos(\beta)$$

$$Y=Y_0+H \times \tan(\alpha) \times \sin(\beta)$$

其中,X、Y表示易发生水毁区的实际位置,X₀、Y₀表示无人机的空间坐标,H表示无人机到易发生水毁区的中心位置处的渠顶的垂直距离,f表示焦距,GSD表示地面分辨率,a表示像元尺寸大小, α 表示易发生水毁区的中心位置到无人机连线与垂向的夹角, β 表示易发生水毁区的中心位置与无人机空间坐标中水平轴的夹角, $\tan(\cdot)$ 、 $\cos(\cdot)$ 、 $\sin(\cdot)$ 分别表示正切函数、余弦函数和正弦函数。

7.根据权利要求5所述的分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其特征在于:所述步骤S8包括以下步骤:

S8-1、基于各易发生水毁区的水毁深度和水毁宽度,对各易发生水毁区进行分级,得到对应的水毁等级;其中,水毁等级分为低危、中危、高危和特危;

S8-2、基于汇流面积分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的汇流等级;其中,汇流等级分为低危、中危、高危和特危;

S8-3、基于降水强度和降雨持续时间的分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的降雨等级;其中,降雨等级分为低危、中危、高危和特危;

S8-4、根据水毁等级、汇流等级和降雨等级,确定风险评估结果。

一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水利工程技术领域,具体涉及一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法。

背景技术

[0002] 分散性土属于一种具有水敏性的特殊土,在纯净水中粘土颗粒的粘团结构自行破坏,并分散成原级的粘土颗粒。分散性土抵抗纯净水渗透破坏的能力很低,分散性土渠道易因土体分散性、水力冲蚀等影响而发生水毁,从而诱发事故。

[0003] 分散性土渠道容易被渠道外侧汇流冲蚀而发生水毁事故。分散性土渠道冲蚀发育的位置、速度、破坏程度等与渠道的材料、密实度、坡度等内部条件,汇流面积、降水量等外部条件,以及内外部条件的接触关系等多方面因素影响。分散性土渠道距离较长,当前因不能准确确定易水毁位置及其风险,在分散性土渠道设计或已建分散性土渠道安全巡视检查过程中常常是对渠道全长无差别化对待,从而导致设计过程中重点风险位置没有重点对待,现场巡视检查过程中没有重点关注风险易发部位,未能在设计阶段和巡视检查中及早消除风险。

发明内容

[0004] 针对现有技术中的上述不足,本发明提供的一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法解决了未存在针对于分散性土渠道进行水毁风险评估的方法的问题。

[0005] 为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 提供了一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,其包括以下步骤:

[0007] S1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,实时获取对应的渠道图像数据;

[0008] S2、对渠道图像数据进行特征提取,得到渠道信息和地形信息;

[0009] S3、获取待评估分散性土渠道的运行信息;

[0010] S4、对渠道信息、地形信息、运行信息进行数据处理,得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息;

[0011] S5、构建水毁风险智能识别模型;

[0012] S6、将处理后的渠道信息、地形信息和运行信息输入至水毁风险智能识别模型,得到易发生水毁区的中心位置及其水毁信息;

[0013] S7、基于无人机的空间坐标、飞行姿态以及分散性土渠道易发生水毁区的中心位置,计算易发生水毁区的实际位置;

[0014] S8、结合处理后的运行信息、地形信息以及易发生水毁区的水毁信息以及实际位置,对易发生水毁区进行风险评估,得到对应的风险评估结果。

[0015] 进一步地,步骤S1包括以下步骤:

[0016] S1-1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,采集对应的初始渠道图像数据和飞行环境数据并实时上传至服务器;

[0017] S1-2、基于飞行环境数据,选取数据处理方法对初始渠道图像数据进行图像增强、几何辐射校正,得到处理后的渠道图像数据,即渠道图像数据。

[0018] 进一步地,渠道信息包括渠道高度、坡比;地形信息包括汇流面积、渠道顶部与渠外初始高度差;运行信息包括渠道的运行时长、降水强度和降雨持续时间;水毁信息包括水毁位置的水毁深度和水毁宽度。

[0019] 进一步地,步骤S4中的数据处理包括数据校正和数据清洗,其中:

[0020] 数据校正的具体过程为:

[0021] 将渠道信息、地形信息和运行信息进行位置校正、时间校正和单位校正,得到校正后的渠道信息、地形信息和运行信息;

[0022] 数据清洗的具体过程为:

[0023] 对校正后的渠道信息、地形信息和运行信息进行筛选,删除异常数据,并采用经验值或插值法对缺失数据进行补全,保留补全后的数据和正常数据,即得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息。

[0024] 进一步地,步骤S5中的水毁风险智能识别模型采用基于因果模型的深度神经网络,包括输入层、多个隐藏层和输出层,每个隐藏层均包括多个隐藏单元。

[0025] 进一步地,步骤S5中的水毁风险智能识别模型的训练过程包括以下步骤:

[0026] S5-1、获取已发生水毁的分散性土渠道的训练水毁位置、训练水毁信息、训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息;

[0027] S5-2、基于训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息,构建初始分散性土渠道水毁训练数据库;

[0028] S5-3、对初始分散性土渠道风险训练数据库中的所有训练数据进行数据清洗,得到分散性土渠道水毁训练数据库;

[0029] S5-4、将训练水毁位置、训练水毁信息作为水毁风险智能识别模型的标签;

[0030] S5-5、将分散性土渠道水毁训练数据库中的训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息和标签输入至水毁风险智能识别模型进行训练,调整水毁风险智能识别模型的隐藏层数以及隐藏单元数、权重参数,得到训练后的水毁风险智能识别模型。

[0031] 进一步地,步骤S5-1包括以下步骤:

[0032] S5-1-1、利用无人机对已发生水毁的分散性土渠道进行扫描,确定训练水毁位置及其初始训练地形信息;

[0033] S5-1-2、结合人工辅助标识,利用非连续性分析技术和SURF算法对训练水毁位置进行测绘,提取训练水毁位置的初始训练水毁信息、初始训练渠道信息;

[0034] S5-1-3、基于初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息,以地理位置为基准,确定训练水毁位置的初始训练运行信息;

[0035] S5-1-4、对初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息以及初始训练运行信息进行位置、时间和单位的统一校正处理,得到训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息。

[0036] 进一步地,步骤S6的具体过程为:

[0037] 通过水毁风险智能识别模型对待评估分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息与已发生水毁的分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息进行匹配,将与已发生

水毁的分散性土渠道数据一致的作为易发生水毁区,并输出对应的中心位置及其水毁信息。

[0038] 进一步地,步骤S7的计算公式为:

[0039] $H=f \times \text{GSD}/a$

[0040] $X=X_0+H \times \tan(\alpha) \times \cos(\beta)$

[0041] $Y=Y_0+H \times \tan(\alpha) \times \sin(\beta)$

[0042] 其中, X 、 Y 表示易发生水毁区的实际位置, X_0 、 Y_0 表示无人机的空间坐标, H 表示无人机到易发生水毁区的中心位置处的渠顶的垂直距离, f 表示焦距, GSD 表示地面分辨率, a 表示像元尺寸大小, α 表示易发生水毁区的中心位置到无人机连线与垂向的夹角, β 表示易发生水毁区的中心位置与无人机空间坐标中水平轴的夹角, $\tan(\cdot)$ 、 $\cos(\cdot)$ 、 $\sin(\cdot)$ 分别表示正切函数、余弦函数和正弦函数。

[0043] 进一步地,步骤S8包括以下步骤:

[0044] S8-1、基于各易发生水毁区的水毁深度和水毁宽度,对各易发生水毁区进行分级,得到对应的水毁等级;其中,水毁等级分为低危、中危、高危和特危;

[0045] S8-2、基于汇流面积分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的汇流等级;其中,汇流等级分为低危、中危、高危和特危;

[0046] S8-3、基于降水强度和降雨持续时间的分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的降雨等级;其中,降雨等级分为低危、中危、高危和特危;

[0047] S8-4、根据水毁等级、汇流等级和降雨等级,确定风险评估结果。

[0048] 本发明的有益效果为:提出了一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,在分散性土渠道水毁之前,利用因果模型和深度学习网络准确快速确定分散性土渠道中易发生水毁的位置,并根据分级标准确定风险程度,可以在工程设计中合理设计防护措施,减少或避免水毁风险的发生,有效预防水毁对渠道的损坏;还可以在运行期现场巡视检查过程中,根据识别确定的易水毁位置设定重点检查位置,及早发现水毁位置,避免因遗漏而导致水毁程度增大,降低工程修复的难度和费用,这对于分散性土渠道工程设计、安全评估、危害预防与应急抢险等均具有重要的工程意义。

附图说明

[0049] 图1为方法流程图;

[0050] 图2为水毁位置的水毁渠道信息示意图。

具体实施方式

[0051] 下面对本发明的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0052] 如图1所示,一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法包括以下步骤:

[0053] S1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,实时获取对应的渠道图像数据;

[0054] 步骤S1包括以下步骤:

- [0055] S1-1、利用无人机对待评估分散性土渠道进行巡检,采集对应的初始渠道图像数据和飞行环境数据并实时上传至服务器;
- [0056] S1-2、基于飞行环境数据,选取数据处理方法对初始渠道图像数据进行图像增强、几何辐射校正,得到处理后的渠道图像数据,即渠道图像数据。
- [0057] S2、对渠道图像数据进行特征提取,得到渠道信息和地形信息;
- [0058] 渠道信息包括渠道高度、坡比;地形信息包括汇流面积、渠道顶部与渠外初始高度差;
- [0059] 特征提取可通过现有的图像处理方法或深度学习网络进行提取。
- [0060] S3、获取待评估分散性土渠道的运行信息;
- [0061] 运行信息包括渠道的运行时长、降水强度和降雨持续时间;
- [0062] S4、对渠道信息、地形信息、运行信息进行数据处理,得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息;
- [0063] 步骤S4中的数据处理包括数据校正和数据清洗,其中:
- [0064] 数据校正的具体过程为:
- [0065] 将渠道信息、地形信息和运行信息进行位置校正、时间校正和单位校正,得到校正后的渠道信息、地形信息和运行信息;
- [0066] 数据清洗的具体过程为:
- [0067] 对校正后的渠道信息、地形信息和运行信息进行筛选,删除异常数据,并采用经验值或插值法对缺失数据进行补全,保留补全后的数据和正常数据,即得到处理后的渠道信息、地形信息和运行信息。
- [0068] 在筛选过程中,利用聚类方法或散点图或正态分布图其中一种方法对校正后的渠道信息、地形信息和运行信息进行处理,得到对应的聚类图、散点图和正态分布图,将图中为异常值进行剔除,保留其他数据。
- [0069] S5、构建水毁风险智能识别模型;
- [0070] 步骤S5中的水毁风险智能识别模型采用基于因果模型的深度学习网络,包括输入层、多个隐藏层和输出层,每个隐藏层均包括多个隐藏单元。步骤S5中的水毁风险智能识别模型的训练过程包括以下步骤:
- [0071] S5-1、获取已发生水毁的分散性土渠道的训练水毁位置、训练水毁信息、训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息;
- [0072] 步骤S5-1包括以下步骤:
- [0073] S5-1-1、利用无人机对已发生水毁的分散性土渠道进行扫描,确定训练水毁位置及其初始训练地形信息;
- [0074] S5-1-2、结合人工辅助标识,利用非连续性分析技术和SURF算法对训练水毁位置进行测绘,提取训练水毁位置的初始训练水毁信息、初始训练渠道信息;
- [0075] S5-1-3、基于初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息,以地理位置为基准,确定训练水毁位置的初始训练运行信息;
- [0076] S5-1-4、对初始训练地形信息、初始训练水毁信息、初始训练渠道信息以及初始训练运行信息进行位置、时间和单位的统一校正处理,得到训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息。

[0077] S5-2、基于训练水毁渠道信息、训练地形信息和训练运行信息,构建初始分散性土渠道水毁训练数据库;

[0078] S5-3、对初始分散性土渠道风险训练数据库中的所有训练数据进行数据清洗,得到分散性土渠道水毁训练数据库;

[0079] S5-4、将训练水毁位置、训练水毁信息作为水毁风险智能识别模型的标签;

[0080] S5-5、将分散性土渠道水毁训练数据库中的训练渠道信息、训练地形信息和训练运行信息和标签输入至水毁风险智能识别模型进行训练,调整水毁风险智能识别模型的隐藏层数以及隐藏单元数、权重参数,得到训练后的水毁风险智能识别模型。

[0081] S6、将处理后的渠道信息、地形信息和运行信息输入至水毁风险智能识别模型,得到易发生水毁区的中心位置及其水毁信息;

[0082] 如图2所示,水毁信息包括水毁位置的水毁深度和水毁宽度。

[0083] 步骤S6的具体过程为:

[0084] 通过水毁风险智能识别模型对待评估分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息与已发生水毁的分散性土渠道的渠道信息、地形信息、运行信息进行匹配,将与已发生水毁的分散性土渠道数据一致的作为易发生水毁区,并输出对应的中心位置及其水毁信息。

[0085] 水毁信息包括水毁位置的水毁深度和水毁宽度。

[0086] S7、基于无人机的空间坐标、飞行姿态以及分散性土渠道易发生水毁区的中心位置,计算易发生水毁区的实际位置;

[0087] 步骤S7的计算公式为:

[0088] $H=f \times \text{GSD}/a$

[0089] $X=X_0+H \times \tan(\alpha) \times \cos(\beta)$

[0090] $Y=Y_0+H \times \tan(\alpha) \times \sin(\beta)$

[0091] 其中,X、Y表示易发生水毁区的实际位置, X_0 、 Y_0 表示无人机的空间坐标,H表示无人机到易发生水毁区的中心位置处的渠顶的垂直距离,f表示焦距,GSD表示地面分辨率,a表示像元尺寸大小, α 表示易发生水毁区的中心位置到无人机连线与垂向的夹角, β 表示易发生水毁区的中心位置与无人机空间坐标中水平轴的夹角, $\tan(\cdot)$ 、 $\cos(\cdot)$ 、 $\sin(\cdot)$ 分别表示正切函数、余弦函数和正弦函数。

[0092] S8、结合处理后的运行信息、地形信息以及易发生水毁区的水毁信息以及实际位置,对易发生水毁区进行风险评估,得到对应的风险评估结果。

[0093] 步骤S8包括以下步骤:

[0094] S8-1、基于各易发生水毁区的水毁深度和水毁宽度,对各易发生水毁区进行分级,得到对应的水毁等级;其中,水毁等级分为低危、中危、高危和特危;

[0095] 若水毁深度h小于0.5m且水毁宽度w小于5m时,则水毁等级为低危;若水毁深度h $\in$ [0.5m,1.5m)且水毁宽度w $\in$ [5m,10m)时,则水毁等级为中危;若水毁深度h $\in$ [1.5m,3.0m)且水毁宽度w $\in$ [10m,20m)时,则水毁等级为高危;若水毁深度h $>$ 3.0m且水毁宽度w $>$ 20m时,则水毁等级为特危。

[0096] S8-2、基于汇流面积分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的汇流等级;其中,汇流等级分为低危、中危、高危和特危;

[0097] 根据分散性与渠道的实际情况制定汇流面积分级条件,例如若汇流面积处于0至 10km^2 的范围内,则汇流等级为低危;若汇流面积处于10至 50km^2 的范围内,则汇流等级为中危;若汇流面积处于50至 100km^2 的范围内,则汇流等级为高危;若汇流面积处超过 100km^2 ,则汇流等级为特危;

[0098] S8-3、基于降水强度和降雨持续时间的分级条件,对待评估分散性土渠道进行分级,得到对应的降雨等级;其中,降雨等级分为低危、中危、高危和特危;

[0099] 根据分散性与渠道的实际情况和国家气象局颁布的降水强度等级划分标准制定对应的分级条件,降雨强度分为小雨、中雨、大雨、暴雨等级别,降雨持续时间分为短期降雨(如少于1小时)、中期降雨(如1至24小时)和长期降雨(超过24小时)。例如若降雨强度达到暴雨及以上级别且降雨强度达到中期降雨及以上等级,则降雨等级为特危;若降雨强度处于大雨且降雨强度达到中期降雨及以上等级,则降雨等级为高危;若降雨强度处于中雨且降雨强度为中期降雨,则降雨等级为中危;其余所有情况则降雨等级为低危。

[0100] S8-4、根据水毁等级、汇流等级和降雨等级,确定风险评估结果。若水毁等级为特危、汇流等级和降雨等级均为特危、水毁等级为高危且汇流等级和降雨等级任意一个为特危,则判定风险评估结果为极度危险,需要制定对应的预防措施等等;若水毁等级、汇流等级和降雨等级只要任意两个均为高危,则判定风险评估结果为高度危险;若水毁等级、汇流等级和降雨等级只要任意两个均为中危,则判定风险评估结果为中度危险;其余所有情况则判定风险评估结果为低度危险。

[0101] 综上所述,本发明提出了一种分散性土渠道水毁风险智能评估方法,在分散性土渠道水毁之前,利用因果模型和深度学习网络准确快速确定分散性土渠道中易发生水毁的位置,并根据分级标准确定风险程度,可以在工程设计中合理设计防护措施,减少或避免水毁风险的发生,有效预防水毁对渠道的损坏;还可以在运行期现场巡视检查过程中,根据识别确定的易水毁位置设定重点检查位置,及早发现水毁位置,避免因遗漏而导致水毁程度增大,降低工程修复的难度和费用,这对于分散性土渠道工程设计、安全评估、危害预防与应急抢险等均具有重要的工程意义。

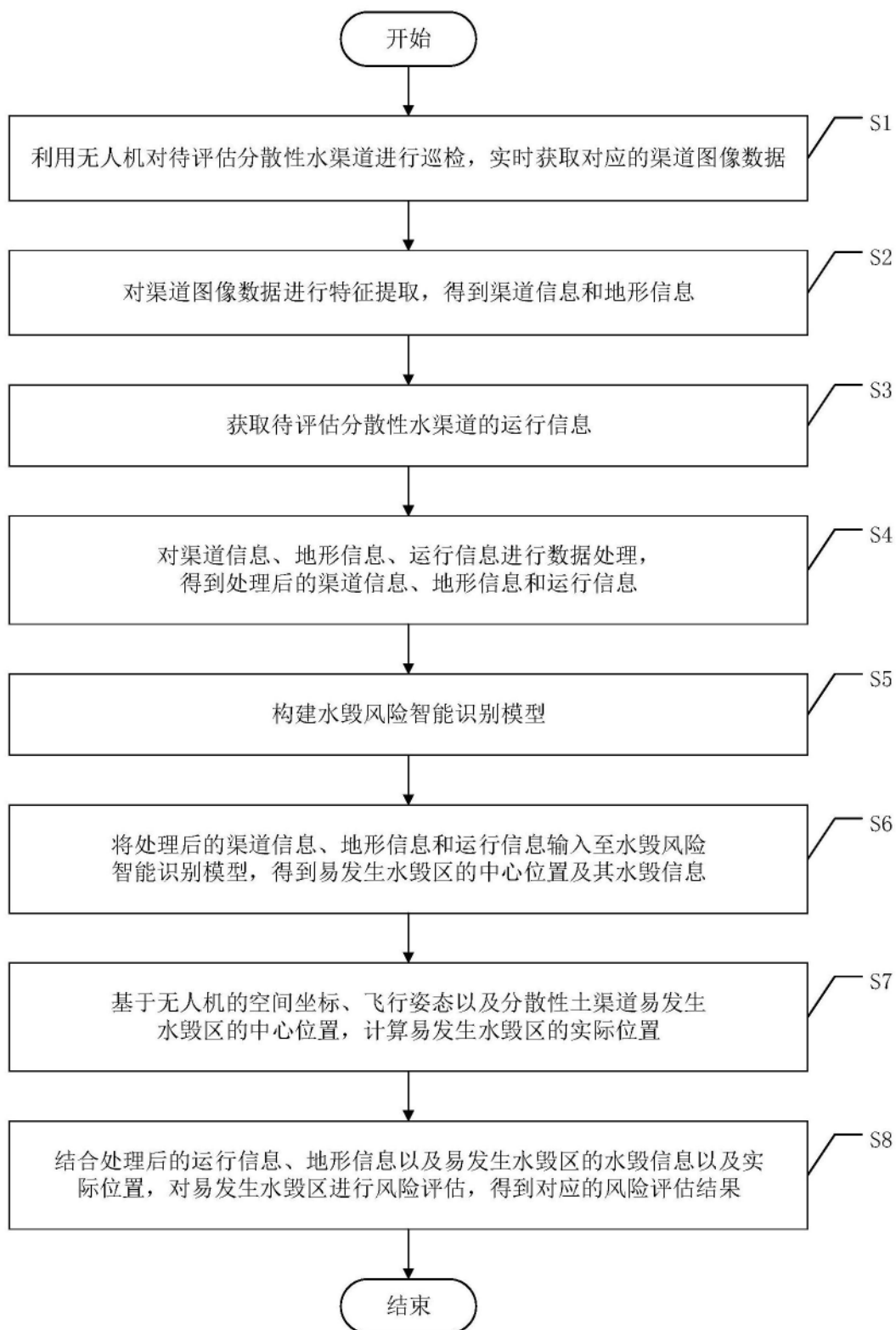


图1



图2