

堤防观测断面形变趋势分析系统和方法

朱建祥¹ 戴碧涛² 陈溯航³
丹阳市水利局 江苏丹阳 212300

摘要: 堤防观测断面形变趋势分析系统和方法。一方面可以判断目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势,能够在堤防观测点的堤防观测断面真正出现剧烈形变之前,可以对该堤防观测断面的形变进行趋势预判和预警,更好地保障了堤防的安全性。另一方面还可以判断目标堤防观测断面整体的形变趋势。能够在目标堤防观测断面真正出现剧烈形变之前,可以对目标堤防观测断面的形变进行趋势预判,更好地保障了堤防的安全性。

关键词: 堤防; 观测断面形变趋势; 分析系统; 方法

System and method of deformation trend analysis of dike observation section

Jianxiang Zhu¹, Bitao Dai², Suhang Chen³
Danyang City Water Conservancy Bureau, Jiangsu Danyang 212300

Abstract: System and method of deformation trend analysis of dike observation section. On the one hand, it can judge the deformation trend of the observed section of a certain dike observation point on the target dike, which can predict and warn the deformation trend of the observed section of the dike before the serious deformation of the observed section of the dike observation point, to better ensure the safety of the dike. On the other hand, the deformation trend of the observed section of the target dike can be judged. It can predict the trend of deformation of the observed section of the target dike before the deformation of the observed section of the target dike appears seriously to better ensure the safety of the dike.

Keywords: dike; Observed deformation trend of section; Analysis system; method

一、背景技术

堤防工程是抵御洪涝灾害的重要工程措施,堤防的安全与否直接关系保护区内的千百万人民生命财产安全和经济建设。如果堤防工程存在着安全隐患,则堤防的运行风险很高,也无法发挥其正常的效益;隐患不能及时发现和处理,甚至会导致溃堤,对保护区内千百万人民生命财产安全带来严重的威胁。

堤防在自重、车载压力、水压力、扬压力、冰压力、

泥沙淤积压力及温度等荷载作用下,会产生不同的变形。因此,变形监测是对堤防最直接的监测,是了解堤防工作状态的重要内容,也是判断堤防是否安全最简单的方法。

现有的堤防形变监测往往只是获取形变的相关数据,在堤防已经形变严重之后才会发出警告,难以在日常的监测结果中预先对堤防形变趋势做出分析预判。

二、技术方案

提供一种堤防观测断面形变趋势分析方法和系统,其能够改善上述问题。本实施例是这样实现的:

第一方面,提供一种堤防观测断面形变趋势分析系统,该系统用于分析目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势,该系统包括:电子水准仪、测距仪和单点形变趋势分析处理器。

同时,提供一种堤防观测断面形变趋势分析方法,该方法应用于第一方面公开的堤防观测断面形变趋势分

作者简介:

- 1.朱建祥(1973-03),男,汉族,江苏省丹阳市人,工程师,大学本科学历。
- 2.戴碧涛(1981-07),男,汉族,江苏省丹阳市人,工程师,大学本科学历。
- 3.陈溯航(1992-02),男,汉族,江苏省盐城市人,工程师,硕士研究生。

析系统, 该方法包括:

在监测时期内周期性地获取目标堤防上目标堤防观测点的水平位移数据和垂直位移数据, 分别作为所述目标堤防观测点的水平位移数据集合和垂直位移数据集合;

计算所述水平位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_1} 或Sen斜率 S_{x_1} ;

根据所述水平位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_1} 或Sen斜率 S_{x_1} 的正负性, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势;

计算所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_2} 或Sen斜率 S_{x_2} ;

根据所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_2} 或Sen斜率 S_{x_2} 的正负性, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直形变趋势。

第一方面所公开的堤防观测断面形变趋势分析系统和方法, 用于判断目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势。其中, 电子水准仪用于在监测时期内周期性地获取垂直位移数据, 形成垂直位移数据集合; 测距仪用于在监测时期内周期性地获取水平位移数据, 形成水平位移数据集合; 单点形变趋势分析处理器根据垂直位移数据集合和水平位移数据集合的数据, 经过线性回归斜率或Sen斜率的计算来判断目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势。能够在堤防观测点的堤防观测断面真正出现剧烈形变之前, 可以对该堤防观测断面的形变进行趋势预判, 更好地保障了堤防的安全性。

可选的实施例中, 所述根据所述水平位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_1} 或Sen斜率 S_{x_1} 的正负性, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势, 包括: 在所述水平位移数据集合的线性回归斜率 $b_{x_1} > 0$ 或Sen斜率 $S_{x_1} > 0$ 的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势为朝江心方向移动; 在所述水平位移数据集合的线性回归斜率 $b_{x_1} < 0$ 或Sen斜率 $S_{x_1} < 0$ 的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势为背离江心方向移动; 所述根据所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_2} 或Sen斜率 S_{x_2} 的正负性, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直形变趋势, 包括: 在所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 $b_{x_2} > 0$ 或Sen斜率 $S_{x_2} > 0$ 的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直形变趋势为隆起趋势; 在所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 $b_{x_2} < 0$ 或Sen斜率 $S_{x_2} < 0$ 的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直

形变趋势为沉降趋势。

可选的实施例中, 所述计算所述水平位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_1} 或Sen斜率 S_{x_1} , 包括: 根据下式计算所述线性回归斜率 b_{x_1} :

$$b_{x_1} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i t_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n t_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

其中, 所述 x_i 表示第 i 次获取到的所述目标堤防观测点的水平位移数据, t_i 表示获取数据 x_i 时对应的时刻, n 表示在监测时期内获取数据 x_i 的次数;

或者,

计算所述Sen斜率 S_{x_1} , 所述Sen斜率 S_{x_1} 为集合 $Q_{x_1}(i, j)$ 的中位数, 其中, 集合 $Q_{x_1}(i, j)$ 为所述水平位移数据集合中任意两点斜率的集合;

所述计算所述垂直位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_2} 或Sen斜率 S_{x_2} , 包括: 根据下式计算所述线性回归斜率 b_{x_2} :

$$b_{x_2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x'_i t_i - (\sum_{i=1}^n x'_i)(\sum_{i=1}^n t_i)}{n \sum_{i=1}^n (x'_i)^2 - (\sum_{i=1}^n x'_i)^2}$$

其中, 所述 x'_i 表示第 i 次获取到的所述目标堤防观测点的垂直位移数据, t_i 表示获取数据 x'_i 时对应的时刻, n 表示在监测时期内获取数据 x'_i 的次数;

或者,

计算所述Sen斜率 S_{x_2} , 所述Sen斜率 S_{x_2} 为集合 $Q_{x_2}(i, j)$ 的中位数, 其中, 集合 $Q_{x_2}(i, j)$ 为所述垂直位移数据集合中任意两点斜率的集合。

在实施例中, 所述方法还包括:

利用Mann-Kendall算法计算所述水平位移数据集合和所述垂直位移数据集合的标准化秩次统计量 Z_{x_1} 和 Z_{x_2} ;

在所述判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势之后, 所述方法还包括:

在所述标准化秩次统计量 Z_{x_1} 的绝对值大于1.96的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面将继续保持所述水平形变趋势;

在所述判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直形变趋势之后, 所述方法还包括:

在所述标准化秩次统计量 Z_{x_2} 的绝对值大于1.96的情况下, 判断所述目标堤防观测点所对应的堤防观测断面将继续保持所述垂直形变趋势。

在依据上述水平位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_1} 或Sen斜率 S_{x_1} 的正负性, 判断目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的水平形变趋势之后, 可以通过上述标准化

秩次统计量 Z_{x_1} 的计算来判断该目标堤防观测点所对应的堤防观测断面是否会继续保持这种水平形变趋势, 从而进一步地辅助系统对水平形变趋势做出判断。在依据上述垂直位移数据集合的线性回归斜率 b_{x_2} 或 Sen 斜率 S_{x_2} 的正负性, 判断目标堤防观测点所对应的堤防观测断面的垂直形变趋势之后, 可以通过上述标准化秩次统计量 Z_{x_2} 的计算来判断该目标堤防观测点所对应的堤防观测断面是否会继续保持这种垂直形变趋势, 从而进一步地辅助系统对垂直形变趋势做出判断。

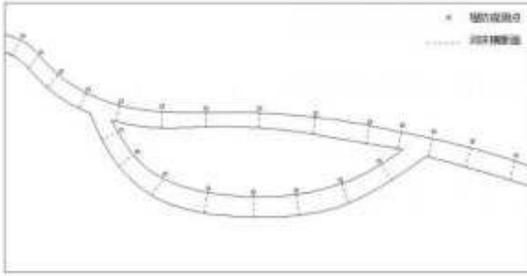


图1是目标堤防上各个堤防观测点示意图

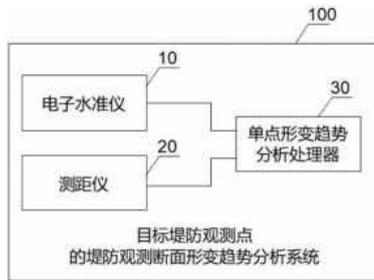


图2堤防观测断面形变趋势分析系统的结构示意图

三、有益效果

第一方面所公开的堤防观测断面形变趋势分析系统和方法, 用于判断目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势。其中, 电子水准仪用于在监测时期内周期性地获取垂直位移数据, 形成垂直位移数据集合; 测距仪用于在监测时期内周期性地获取水平位移数据, 形成水平位移数据集合; 单点形变趋势分析处理器根据垂直位移数据集合和水平位移数据集合的数据, 经过线性回归斜率或 Sen 斜率的计算来判断目标堤防上某一个堤防观测点的堤防观测断面形变趋势。能够在堤防观测点的堤防观测断面真正出现剧烈形变之前, 可以对该堤

防观测断面的形变进行趋势预判, 更好地保障了堤防的安全性。

所公开的堤防观测断面形变趋势分析系统和方法, 用于判断目标堤防观测断面整体的形变趋势。该系统包括多个第一方面所公开的堤防观测断面形变趋势分析系统、堤防水平形变趋势分析处理器和堤防垂直形变趋势分析处理器。沿河道在目标堤防上设置有多个堤防观测点, 每个堤防观测点均配备有第一方面所公开的堤防观测断面形变趋势分析系统, 各个堤防观测点分别计算各自堤防观测点的水平位移数据的线性回归斜率 b_{m_1} 和垂直位移数据的线性回归斜率 b_{m_2} 。堤防水平形变趋势分析处理器根据所有堤防观测点的水平位移数据的线性回归斜率的偏态系数 Cs_1 , 即可判断目标堤防观测断面整体的水平形变趋势。堤防垂直形变趋势分析处理器根据所有堤防观测点的垂直位移数据的线性回归斜率的偏态系数 Cs_2 , 即可判断目标堤防观测断面整体的垂直形变趋势。能够在目标堤防观测断面真正出现剧烈形变之前, 可以对目标堤防观测断面的形变进行趋势预判, 更好地保障了堤防的安全性。

另外, 各个堤防观测点还可以分别计算各自堤防观测点的水平位移数据的 Sen 斜率 S_{m_1} 和垂直位移数据的 Sen 斜率 S_{m_2} 。堤防水平形变趋势分析处理器还可以根据目标堤防上的所有堤防观测点的水平位移数据的 Sen 斜率的偏态系数 Cs_3 , 即可判断目标堤防观测断面整体的水平形变趋势。堤防垂直形变趋势分析处理器还可以根据目标堤防上的所有堤防观测点的垂直位移数据的 Sen 斜率的偏态系数 Cs_4 , 即可判断目标堤防观测断面整体的垂直形变趋势。

参考文献:

- [1]林孔镗.排水砂井预压地基设计方法的改进[J].岩土工程学报.1992(04).
- [2]赵新铭,刘浩,杨涛,宋业恒,温建明,罗涛.淤泥质土堤防沉降预测方法的对比分析[J].人民长江.2016(17).
- [3]张国潮.水利工程中河道堤防护岸施工技术的探讨[J].珠江水运.2021(13).