



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109684774 A
(43)申请公布日 2019. 04. 26

(21)申请号 201910061474.X

(22)申请日 2019.01.23

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市虹口区四平路1239号

(72)发明人 夏烨 淡丹辉 孙利民

(74)专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限公司 31204

代理人 郁旦蓉

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

G01B 21/32(2006.01)

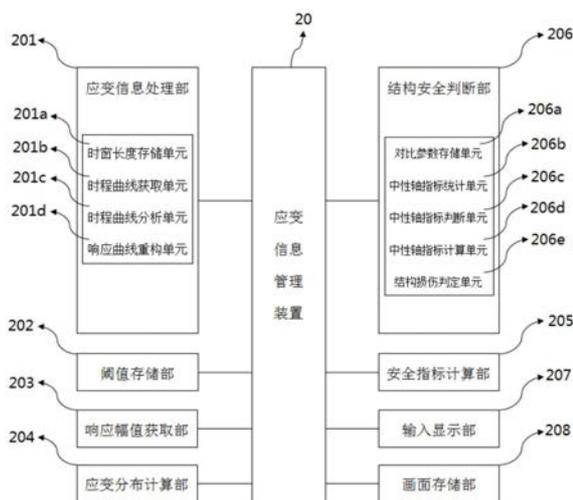
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

一种梁式桥安全监测与评估装置

(57)摘要

本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估系统,用于监测桥梁的多个监测截面上的动应变信息并且评估桥梁的结构是否安全,其特征在于,包括应变信息采集装置,具有用于采集动应变信息的动应变计;以及应变信息管理装置,其中,应变信息采集装置包括:采集侧通信部,用于将动应变信息发送给应变信息管理装置,应变信息管理装置包括:应变信息处理部,获取动应变信息的应变响应曲线;阈值存储部,存储有阈值区间;响应幅值获取部,用于获取采集通道的应变响应幅值;应变分布计算部,计算得到监测截面上的应变分布;安全指标计算部,计算得到中性轴指标;结构安全判断部,用于判断桥梁的结构是否安全。



1. 一种梁式桥安全监测与评估装置,用于监测梁式的桥梁的动应变信息并且评估所述桥梁的结构是否安全,其特征在于,包括:

应变信息管理装置;以及

应变信息采集装置,具有多个用于采集所述动应变信息的动应变计,分别安装在所述桥梁的多个监测截面从而形成多个相对应的采集通道,

其中,所述应变信息管理装置包括:

应变信息处理部,消除所述动应变信息中的干扰信息并且获取所述动应变信息的应变响应曲线;

阈值存储部,存储有用于评估所述应变响应曲线的阈值区间;

响应幅值获取部,用于根据所述阈值区间获取每个所述采集通道的应变响应幅值;

应变分布计算部,将所述应变响应幅值进行计算从而得到所述桥梁的多个与所述采集通道相对应的所述监测截面上的应变分布;

安全指标计算部,用于根据所述应变分布计算得到中性轴指标,作为安全指标;

结构安全判断部,用于根据所述安全指标判断所述桥梁的结构是否安全。

2. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置,其特征在于:

其中,所述应变信息处理部包括:

时窗长度存储单元,存储有采集所述动应变信息的时窗长度;

时程曲线获取单元,用于根据所述时窗长度内每个所述采集通道的所述动应变信息获取相对应的时程曲线;

时程曲线分析单元,用于对所述时程曲线进行分析从而得到所述时程曲线的所述干扰信息与活载信息;

响应曲线重构单元,用于将所述活载信息重构为相对应的所述采集通道的所述应变响应曲线。

3. 根据权利要求2所述的梁式桥安全监测与评估装置,其特征在于:

其中,所述时程曲线的分析方法为以dmey小波族为基函数将每个所述时程曲线分解为具有12个层次的所述干扰信息与所述活载信息。

4. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置,其特征在于:

其中,所述响应幅值提取部包括:

幅值提取单元,用于提取所述应变响应曲线中超出所述阈值区间的波峰值和波谷值;

二元数组获取单元,将同一个活载激励所引起的所述波峰值和所述波谷值组成一个二元数组;

幅值计算单元,将每个所述二元数组的所述波峰值和所述波谷值相减并将所述波峰值和所述波谷值的差值作为与每个所述二元数组相对应的应变响应幅值。

5. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置,其特征在于:

其中,每个所述采集通道中的所述动应变计的数量为2个,分别为第一动应变计和第二动应变计,

所述中性轴指标为:

$$y_b = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_t + \varepsilon_b} h$$

y_b 为中性轴指标, ε_b 为第一动应变计的采集结果, ε_t 为第二动应变计的采集结果, h 为两个动应变计的竖向距离。

6. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置, 其特征在于:

其中, 每个所述采集通道中的所述动应变计的数量大于2个,

所述应变分布计算部包括:

动应变计位置获取单元, 获取所述动应变计的位置信息;

拟合直线计算单元, 用于根据所述位置信息以及相对应的所述应变响应幅值计算拟合直线;

中性轴指标计算单元, 用于根据所述拟合直线计算所述中性轴指标。

7. 根据权利要求6所述的梁式桥安全监测与评估装置, 其特征在于:

其中, 所述拟合直线的计算方法为:

$$y = kx + y_b$$

y_b 为中性轴指标, y 为监测截面上任一点距监测截面底部的距离, x 为该点的正应变值, k 为拟合直线的斜率。

8. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置, 其特征在于:

其中, 所述结构安全判断部包括对比参数存储单元、中性轴指标统计单元、中性轴指标判断单元、中性轴指标计算单元以及结构损伤判定单元,

所述对比参数存储单元存储有所述桥梁的历史特征参数,

所述中性轴指标统计单元用于将所述中性轴指标进行频数统计从而得到中性轴指标数据,

所述中性轴指标判断单元用于判断所述中性轴指标数据是否符合正态分布,

若判断为是, 则通过所述中性轴指标计算单元对所述中性轴指标数据进行计算从而得到所述中性轴指标数据的所述正态分布的均值和标准差, 将所述均值和所述标准差与所述历史特征参数进行对比, 若变化大于3%则判定所述桥梁的结构存在异常, 反之则判定所述桥梁的结构安全。

9. 根据权利要求8所述的梁式桥安全监测与评估装置, 其特征在于:

其中, 所述正态分布的所述均值和所述标准差的计算方法为:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

μ 为均值, σ 为标准差。

10. 根据权利要求1所述的梁式桥安全监测与评估装置, 其特征在于:

其中, 所述应变信息管理装置还包括:

画面存储部, 存储有所述应变响应曲线的显示画面、所述应变响应幅值的显示画面、所述应变分布的显示画面、所述中性轴指标的显示画面以及所述结构安全判断部的判断结果的显示画面,

输入显示部, 用于显示所述应变响应曲线的显示画面、所述应变响应幅值的显示画面、所述应变分布的显示画面、所述中性轴指标的显示画面以及所述结构安全判断部的判断结果的显示画面。

一种梁式桥安全监测与评估装置

技术领域

[0001] 本发明涉及结构安全监测领域,具体涉及一种梁式桥安全监测与评估装置。

背景技术

[0002] 我国是世界上公路桥梁数量最多的国家。根据交通运输部统计信息,截止到2016年末,我国已有公路桥梁80.53万座,累计长度4916.97万延米。而梁式桥,在公路桥梁中占据着不可撼动的主体地位。随着桥梁服役年限的增加,大批新建桥梁正逐渐进入“老龄化”阶段,并不可避免地发生着各种形式的结构退化。可见,开展梁式桥在运营状态下的安全监测研究是刻不容缓的。通过甄选合理、通用的安全指标进行长期监测,可以有效地把握目标桥梁的结构退化过程,从而研判目标的桥梁的安全储备,并进行预防性养护。

[0003] 桥梁应变监测在工程实践中曾饱受诸多问题的困扰。例如,传统应变计监测结构点应变,空间分辨率太低,导致损伤识别率不足,同时受到噪声和环境温度的影响,应变信号会随时间变化产生漂移,因此导致传统的监测方式并不能很准确地反映设计的结构状态。

发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明采用了如下技术方案:

[0005] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置,用于监测桥梁的多个监测截面上的动应变信息并且评估桥梁的结构是否安全,其特征在于,包括:应变信息管理装置;以及应变信息采集装置,具有多个用于采集动应变信息的动应变计,分别安装在桥梁的多个监测截面从而形成多个相对应的采集通道,其中,应变信息管理装置包括:应变信息处理部,消除动应变信息中的干扰信息并且获取动应变信息的应变响应曲线;阈值存储部,存储有用于评估应变响应曲线的阈值区间;响应幅值获取部,用于根据阈值区间获取每个采集通道的应变响应幅值;应变分布计算部,将应变响应幅值进行计算从而得到桥梁的多个与采集通道相对应的监测截面上的应变分布;安全指标计算部,用于根据应变分布计算得到中性轴指标,作为安全指标;结构安全判断部,用于根据安全指标判断桥梁的结构是否安全。

[0006] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置,还可以具有这样的特征,其中,应变信息处理部包括:时窗长度存储单元,存储有采集动应变信息的时窗长度;时程曲线获取单元,用于根据时窗长度内每个采集通道的动应变信息获取相对应的时程曲线;时程曲线分析单元,用于对时程曲线进行分析从而得到时程曲线的干扰信息与活载信息;响应曲线重构单元,用于将活载信息重构为相对应的采集通道的应变响应曲线。

[0007] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置,还可以具有这样的特征,其中,时程曲线的分析方法为以dmey小波族为基函数将每个时程曲线分解为具有12个层次的干扰信息与活载信息。

[0008] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置,还可以具有这样的特征,其中,响应幅值提取部包括:幅值提取单元,用于提取应变响应曲线中超出阈值区间的波峰值和波

谷值；二元数组获取单元，将同一个活载激励所引起的波峰值和波谷值组成一个二元数组；幅值计算单元，将每个二元数组的波峰值和波谷值相减并将波峰值和波谷值的差值作为与每个二元数组相对应的应变响应幅值。

[0009] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，每个采集通道中的动应变计的数量为2个，分别为第一动应变计和第二动应变计，

[0010] 中性轴指标为：

$$[0011] \quad y_b = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_t + \varepsilon_b} h$$

[0012] y_b 为中性轴指标， ε_b 为第一动应变计的采集结果， ε_t 为第二动应变计的采集结果， h 为两个动应变计的竖向距离。

[0013] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，每个采集通道中的动应变计的数量大于2个，应变分布计算部包括：动应变计位置获取单元，获取动应变计的位置信息；拟合直线计算单元，用于根据位置信息以及相对应的应变响应幅值计算拟合直线；中性轴指标计算单元，用于根据拟合直线计算中性轴指标。

[0014] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，拟合直线的计算方法为：

$$[0015] \quad y = kx + y_b$$

[0016] y_b 为中性轴指标， y 为监测截面上任一点距监测截面底部的距离， x 为该点的正应变值， k 为拟合直线的斜率。

[0017] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，结构安全判断部包括对比参数存储单元、中性轴指标统计单元、中性轴指标判断单元、中性轴指标计算单元以及结构损伤判定单元，对比参数存储单元存储有桥梁的历史特征参数，中性轴指标统计单元用于将中性轴指标进行频数统计从而得到中性轴指标数据，中性轴指标判断单元用于判断中性轴指标数据是否符合正态分布，若判断为是，则通过中性轴指标计算单元对中性轴指标数据进行计算从而得到中性轴指标数据的正态分布的均值和标准差，将均值和标准差与历史特征参数进行对比，若变化大于3%则判定桥梁的结构存在异常，反之则判定桥梁的结构安全。

[0018] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，正态分布的均值和标准差的计算方法为：

$$[0019] \quad f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

[0020] μ 为均值， σ 为标准差。

[0021] 本发明提供了一种梁式桥安全监测与评估装置，还可以具有这样的特征，其中，应变信息管理装置还包括：画面存储部，存储有应变响应曲线的显示画面、应变响应幅值的显示画面、应变分布的显示画面、中性轴指标的显示画面以及结构安全判断部的判断结果的显示画面，输入显示部，用于显示应变响应曲线的显示画面、应变响应幅值的显示画面、应变分布的显示画面、中性轴指标的显示画面以及结构安全判断部的判断结果的显示画面。

[0022] 发明作用与效果

[0023] 根据本发明的梁式桥安全监测与评估装置,综合了长标距应变支架的设计施工工法,动应变信号的采集和滤波技术,基于应变的中性轴指标的推导和统计评估方法,形成了长期、稳定、可靠的评估方案。通过安装长标距支架辅助的动应变计,便可将点应变转化为宏应变,有利于提高早期损伤被识别的可能性。

[0024] 由于包括响应幅值获取部、应变分布计算部、安全指标计算部、结构安全判断部,即引入了应变信号的小波分析和拾峰算法获取中性轴指标来判断桥梁的结构是否安全,因此,本发明的梁式桥安全监测与评估装置有效地降低环境噪声和温度变化对动应变信号的干扰,提高中性轴指标的准确性。另外,本发明的梁式桥安全监测与评估装置得到的中性轴指标特性在长期监测过程中与交通荷载时空分布无关,仅与桥梁结构状态有关,具有优秀的指示性能,为桥梁长期监测提供了一种低成本、易推广的可行途径。

附图说明

- [0025] 图1是本发明的梁式桥安全监测与评估装置的结构框图;
- [0026] 图2是本发明的应变信息采集装置的结构框图;
- [0027] 图3是本发明的动应变计的结构示意图;
- [0028] 图4是本发明的动应变计的安装过程中钻孔步骤示意图;
- [0029] 图5是本发明的动应变计的安装过程中注胶步骤示意图;
- [0030] 图6是本发明的动应变计的安装过程中植筋步骤示意图;
- [0031] 图7是本发明的动应变计的安装过程中安装步骤示意图;
- [0032] 图8是本发明的应变信息管理装置的结构框图;
- [0033] 图9是本发明的消除干扰信息前后的应变响应曲线的对比示意图;
- [0034] 图10是本发明的应变响应曲线的波峰值和波谷值的提取示意图;
- [0035] 图11是本发明的中性轴指标的计算示意图;
- [0036] 图12是本发明的中性轴指标的拟合示意图;
- [0037] 图13是本发明的梁式桥安全监测与评估装置的工作流程图。

具体实施方式

[0038] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,以下结合附图对本发明的梁式桥安全监测与评估装置作具体阐述。

[0039] <实施例1>

[0040] 图1是本发明的梁式桥安全监测与评估装置的结构框图。

[0041] 如图1所示,本发明的梁式桥安全监测与评估装置100,用于监测梁式桥梁的动应变信息并且评估桥梁的结构是否安全,包括应变信息采集装置10和应变信息管理装置20。其中,应变信息管理装置20与应变信息采集装置10通过无线网络(例如Wifi)连接。

[0042] 本实施例1中,待测桥梁为预应力混凝土打箱梁式桥,跨径组成为32+32+37+32m。

[0043] 图2是本发明的应变信息采集装置的结构框图,图3是本发明的动应变计的结构示意图,图4是本发明的动应变计的安装过程中钻孔步骤示意图,图5是本发明的动应变计的安装过程中注胶步骤示意图,图6是本发明的动应变计的安装过程中植筋步骤示意图,图7是本发明的动应变计的安装过程中安装步骤示意图。

[0044] 如图2~图7所示,本发明的应变信息采集装置10包括多个动应变计101和采集侧通信部102。

[0045] 其中,采集侧通信部102具有通信模块,用于向应变信息管理装置20发送动应变计101所采集的动应变信息。

[0046] 动应变计101安装在桥梁的多个监测截面从而形成多个相对应的采集通道。

[0047] 桥梁的监测截面的选定原则为:至少选择桥梁跨中及两个四分点设为监测截面,其他位置可根据结构最不利弯矩分布酌情增加(例如某桥的最不利弯矩峰值位于三分点处,则可在此处额外增加一个监测截面)。

[0048] 对于每一个监测截面,若其为窄截面结构(如T梁),在腹板一侧顶底部设置动应变计101,若其为宽截面结构(如大箱梁),在腹板两侧顶底部设置动应变计101,若监测截面需重点关注,可酌情考虑在腹板中部增设动应变计101。

[0049] 在本实施例1中,在待测桥梁的第四孔1/4跨、1/2跨、3/4跨处均设置2个动应变计101,从而形成相对应的采集通道,动应变计101通过长标距辅助支架安装在桥梁侧边的上下端部并且位于桥梁的顶底板的近旁。

[0050] 安装长标距支架及动应变计101的过程为:将长标距辅助支架安装在监测截面的结构表面,并在其上固定动应变计101,具体包括:根据预定的动应变计101的部署位置,在结构表面上确定钻孔点位,用马克笔标注;使用电钻在指定点位上打孔,并在孔内灌注适量的植筋胶;植入钻孔螺纹钢筋,待其固定后,通过螺栓连接辅助支架;在支架端部安装动应变计101,最后将动应变计101的另一侧固定在结构表面。

[0051] 原则上动应变计101的布设位置应与实测中性轴位置尽量远,尽量等距布设,避免在中性轴位置处安装动应变计101。

[0052] 图8是本发明的应变信息管理装置的结构框图。

[0053] 如图8所示,本发明的应变信息管理装置20包括应变信息处理部201、阈值存储部202、响应幅值获取部203、应变分布计算部204、安全指标计算部205、结构安全判断部206、输入显示部207以及画面存储部208。

[0054] 应变信息处理部201用于消除动应变信息中的干扰信息并且获取动应变信息的应变响应曲线,包括时窗长度存储单元201a、时程曲线获取单元201b、时程曲线分析单元201c以及响应曲线重构单元201d。

[0055] 时窗长度存储单元201a,存储有采集动应变信息的时窗长度,时窗长度为1天。

[0056] 时程曲线获取单元201b,用于根据时窗长度内每个采集通道的动应变信息作为原始动应变信息并获取时程曲线。

[0057] 时程曲线分析单元201c,用于对时程曲线进行分析从而得到时程曲线的干扰信息与活载信息。干扰信息包括噪音信息、温度信息等,活载信息包括车辆经过桥梁时所引起的活载。

[0058] 响应曲线重构单元201d,用于抽取满足平滑要求的活载信息重构为该采集通道的滤波结果,从而获得应变响应曲线。

[0059] 图9是本发明的消除干扰信息前后的应变响应曲线的对比示意图。

[0060] 如图9所示,时程曲线的分析方法为以dmey小波族为基函数将每个时程曲线分解为具有12个层次的小波,抽取第12层分别的低频成分重构为相对应的采集通道的干扰信息

(例如噪音信息、温度信息等),用原始动应变信息减去干扰信息得到所需的活载信息,从而得到每个采集通道的平滑的应变响应曲线。

[0061] 阈值存储部202,存储有用于评估应变响应曲线的阈值区间。

[0062] 图10是本发明的应变响应曲线的波峰值和波谷值的提取示意图。

[0063] 如图10所示,响应幅值获取部203,用于根据阈值区间获取每个采集通道的应变响应幅值,包括幅值提取单元203a、二元数组获取单元203b以及幅值计算单元203c。

[0064] 幅值提取单元203a,用于提取应变响应曲线中超出预设定的阈值区间的波峰值和波谷值。

[0065] 二元数组获取单元203b,将同一个活载激励所引起的波峰值和波谷值组成一个二元数组,一个活载激励指桥梁上运行的一辆车辆经过监测截面时对桥梁造成的响应。

[0066] 幅值计算单元203c,根据波峰值和波谷值的对应关系,将每个二元数组的波峰值和波谷值相减并将波峰值和波谷值的差值作为与每个二元数组相对应的活载激励下的应变响应幅值。

[0067] 应变分布计算部204,将应变响应幅值进行计算从而得到桥梁的多个与采集通道相对应的监测截面上的应变分布,该应变分布是基于平截面假定拟合计算得到的。

[0068] 安全指标计算部205,用于根据应变分布基于计算得到中性轴指标,作为安全指标。

[0069] 图11是本发明的中性轴指标的计算示意图。

[0070] 如图11所示,本实施例1中同一个监测截面的不同高度上分别安装了第一动应变计和第二动应变计,中性轴指标为:

$$[0071] \quad y_b = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_t + \varepsilon_b} h$$

[0072] y_b 为中性轴指标, ε_b 为第一动应变计的采集结果, ε_t 为第二动应变计的采集结果, h 为两个动应变计的竖向距离。

[0073] 结构安全判断部206,用于根据安全指标判断桥梁的结构是否安全,包括对比参数存储单元206a、中性轴指标统计单元206b、中性轴指标判断单元206c、中性轴指标计算单元206d以及结构损伤判定单元206e。

[0074] 对比参数存储单元206a存储有桥梁的历史特征参数,历史特征参数包括桥梁的技术状况评分、桥龄、结构类型、交通量以及维修行为等。

[0075] 中性轴指标统计单元206b用于将中性轴指标进行频数统计从而得到中性轴指标数据。

[0076] 图12是本发明的中性轴指标的拟合示意图。

[0077] 如图12所示,中性轴指标统计单元206b通过绘制频率直方图的形式得到中性轴指标数据。

[0078] 中性轴指标判断单元206c用于判断中性轴指标数据是否符合正态分布,本实施例中采用假设性检验的方法验证该数据样本是否服从正态分布,检验过程的显著性水平为0.01。

[0079] 若判断为是,则通过中性轴指标计算单元206c对中性轴指标数据进行计算从而得到中性轴指标数据的正态分布的均值 μ 和标准差 σ ,将均值 μ 和标准差 σ 与历史特征参数进行

对比,若变化大于3%则判定桥梁的结构存在异常(例如桥梁结构损伤),反之则判定桥梁的结构安全。

[0080] 正态分布的均值 μ 和标准差 σ 的计算方法为:

$$[0081] \quad f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

[0082] μ 为均值, σ 为标准差。

[0083] 画面存储部208存储有应变响应曲线的显示画面、应变响应幅值的显示画面、应变分布的显示画面、中性轴指标的显示画面、结构安全判断部的判断结果的的显示画面、阈值区间的设定画面、时窗长度的设定画面以及桥梁的历史特征参数的设定画面。

[0084] 输入显示部207为具有触屏功能的液晶显示屏,用于显示应变响应曲线的显示画面、应变响应幅值的显示画面、应变分布的显示画面、中性轴指标的显示画面以及结构安全判断部的判断结果的的显示画面。输入显示部207还能用于显示让使用者设定阈值区间的设定画面、设定时窗长度的设定画面以及设定桥梁的历史特征参数的设定画面。

[0085] 图13是本发明的梁式桥安全监测与评估装置的工作流程图。

[0086] 在对桥梁进行监测与评估前,监测人员选定桥梁的监测截面并将动应变计安装在预定位置,采集侧通信部102则将所采集到的到的动应变信息发送给应变信息管理装置20。输入显示部207显示桥梁的历史特征参数的设定画面让监测人员设定桥梁的历史特征参数。

[0087] 以下结合图13说明本实施例的的梁式桥安全监测与评估装置100的工作流程,具体如下步骤:

[0088] 步骤S1,输入显示部207显示时窗长度设定画面从而让监测人员设定时窗长度,应变信息处理部201通过小波分析的方式对时窗长度内的动应变信息进行预处理从而去除动应变信息中的干扰信息,得到平滑的应变响应曲线;

[0089] 步骤S2,输入显示部207显示阈值区间设定画面从而让监测人员设定阈值区间,响应幅值获取部203根据阈值区间提取应变响应曲线中的波峰值和波谷值的差值作为应变响应幅值;

[0090] 步骤S3,根据平截面假定,应变分布计算部204对同一个监测截面的应变响应幅值进行线性拟合得到监测截面的应变分布,以应变零点对应位置为中性轴指标,作为安全指标。

[0091] 步骤S4,安全指标计算部205对时窗长度内的中性轴指标进行频数统计并绘制频率分布直方图,以历史统计特征为对比从而判断桥梁的结构是否安全,并且通过输入显示部207显示判断结果。

[0092] 实施例1作用与效果

[0093] 根据本实施例1的梁式桥安全监测与评估装置,综合了长标距应变支架的设计施工工法,动应变信号的采集和滤波技术,基于应变的中性轴指标的推导和统计评估方法,形成了长期、稳定、可靠的评估方案。通过安装长标距支架辅助的动应变计,便可将点应变转化为宏应变,有利于提高早期损伤被识别的可能性。

[0094] 由于包括响应幅值获取部、应变分布计算部、安全指标计算部、结构安全判断部,即引入了应变信号的小波分析和拾峰算法获取中性轴指标来判断桥梁的结构是否安全,因

此,本发明的梁式桥安全监测与评估装置有效地降低环境噪声和温度变化对动应变信号的干扰,提高中性轴指标的准确性。另外,本发明的梁式桥安全监测与评估装置得到的中性轴指标特性在长期监测过程中与交通荷载时空分布无关,仅与桥梁结构状态有关,具有优秀的指示性能,为桥梁长期监测提供了一种低成本、易推广的可行途径。

[0095] 由于采用dmey小波族为基函数将每个时程曲线分解为具有12个层次的干扰信息与活载信息,因此,在小波分析的过程中去除环境噪声和温度变化等干扰信息的准确性更高,得到的应变响应曲线更为平滑和精确。

[0096] <实施例2>

[0097] 在本实施例2中,对于与实施例1相同的结构及条件给予相同的符号,并省略相同的说明。

[0098] 实施例2中,梁式桥安全监测与评估装置100的结构和 workflows 与实施例1相同,但同一监测截面上动应变计的数量、应变分布计算部的结构以及中性轴指标的计算方法有所不同,具体为:

[0099] 待测桥梁为预应力混凝土打箱梁式桥,跨径组成为32+32+37+32m。在该桥第四孔1/4跨、1/2跨、3/4跨处均设置4个、6个、4个动应变测点,敷设于箱梁结构两侧的腹板上。

[0100] 应变分布计算部204包括动应变计位置获取单元204a、拟合直线计算单元204b、中性轴指标计算单元204c。

[0101] 动应变计位置获取单元204a用于获取每个动应变计的位置信息。

[0102] 拟合直线计算单元204b用于根据位置信息以及相对应的应变响应幅值计算拟合直线。使用最小二乘法,以各点到直线间误差平方和最小为目标,线型拟合得到的应变,确定唯一的拟合直线。

[0103] 拟合直线的计算方法为:

$$[0104] \quad y=kx+y_b$$

[0105] y_b 为中性轴指标, y 为监测截面上任一点距监测截面底部的距离, x 为该点的正应变值, k 为拟合直线的斜率。

[0106] 中性轴指标计算单元204c用于根据拟合直线计算中性轴指标。实施例2作用与效果

[0107] 根据本实施例2的梁式桥安全监测与评估装置,与实施例1相比,由于具有多个动应变计,因此,对于动应变信息的采集效率和准确性更高,进而提高了监测和评估结果的准确性。

[0108] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思做出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

[0109] 例如,本实施例中的应变信息管理装置与应变信息采集装置通过无线通信网络连接,并且通过采集侧通信部将动应变信号发送给应变信息管理装置,使用者操作方便,在远程便能对动应变信息进行处理计算,在本发明提供的梁式桥安全监测与评估装置,应变信息管理装置与应变信息采集装置还可以通过线缆连接并且传输动应变信息,使得动应变信息的传输更加稳定。

[0110] 例如,本实施例中的梁式桥安全监测与评估装置是针对单个桥梁的监测与评估,在本发明的梁式桥安全监测与评估装置的实际使用环境中,常常需要针对多个桥梁进行监测与评估,包括多个应变信息采集装置、多个应变信息管理装置以及存储计算服务器,每个应变信息管理装置和应变信息采集装置均通过无线通信网络与存储计算服务器连接。其中,应变信息采集装置将所采集的动应变信息传送至存储计算服务器,存储计算服务器存储有每个桥梁的历史特征参数,并且用于对采集的动应变信息进行处理计算从而完成每个桥梁的安全指标的监测与评估,应变信息管理装置仅具有输入显示部,为便携式的触屏显示器从而让多个监测人员能够通过输入显示部选择监测与评估的桥梁并输入相对应的时窗长度和阈值区间,进而完成对一个交通网路中的多个桥梁的安全性能进行监测与评估。

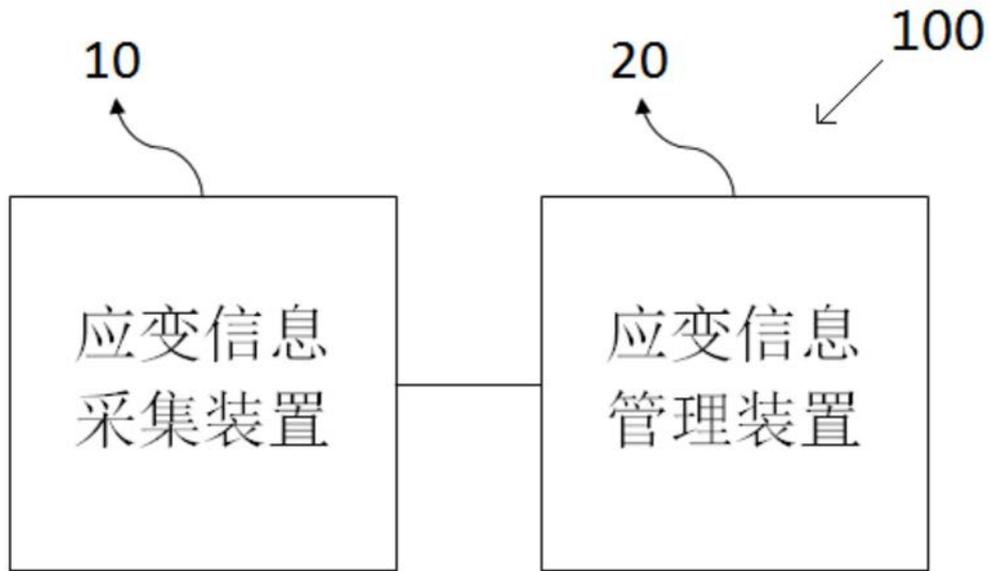


图1

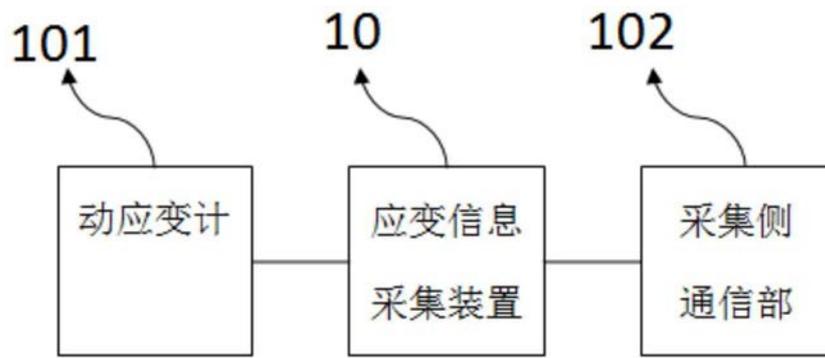


图2



图3



图4

2 注胶

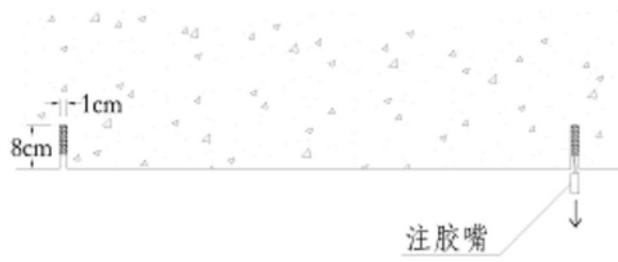


图5

3 植筋

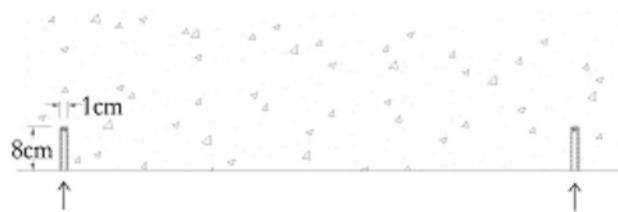


图6

4 安装

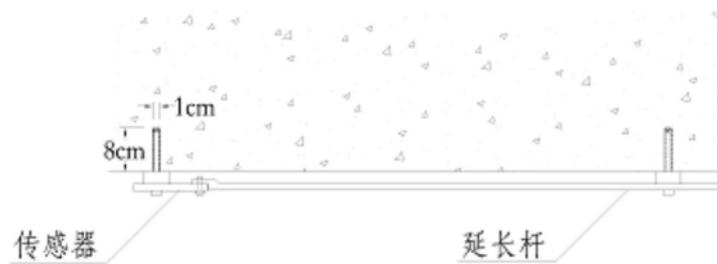


图7

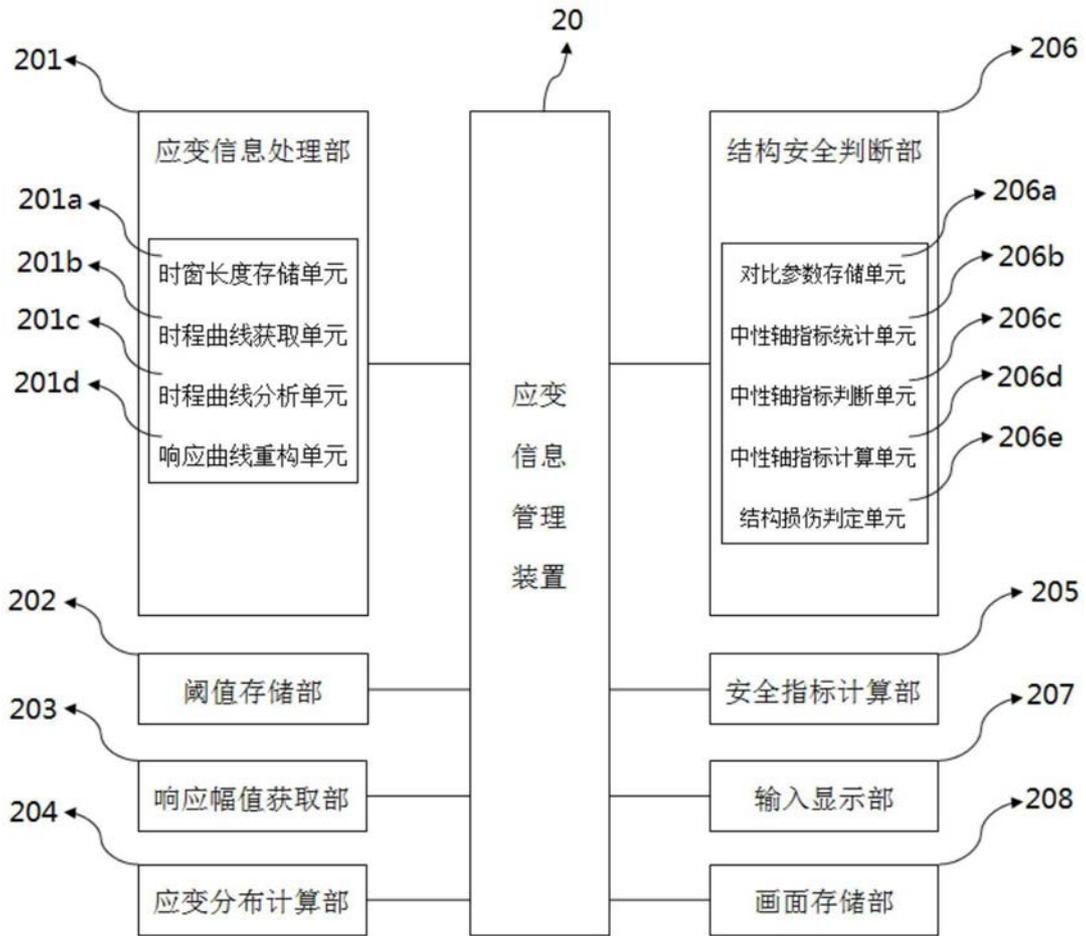


图8

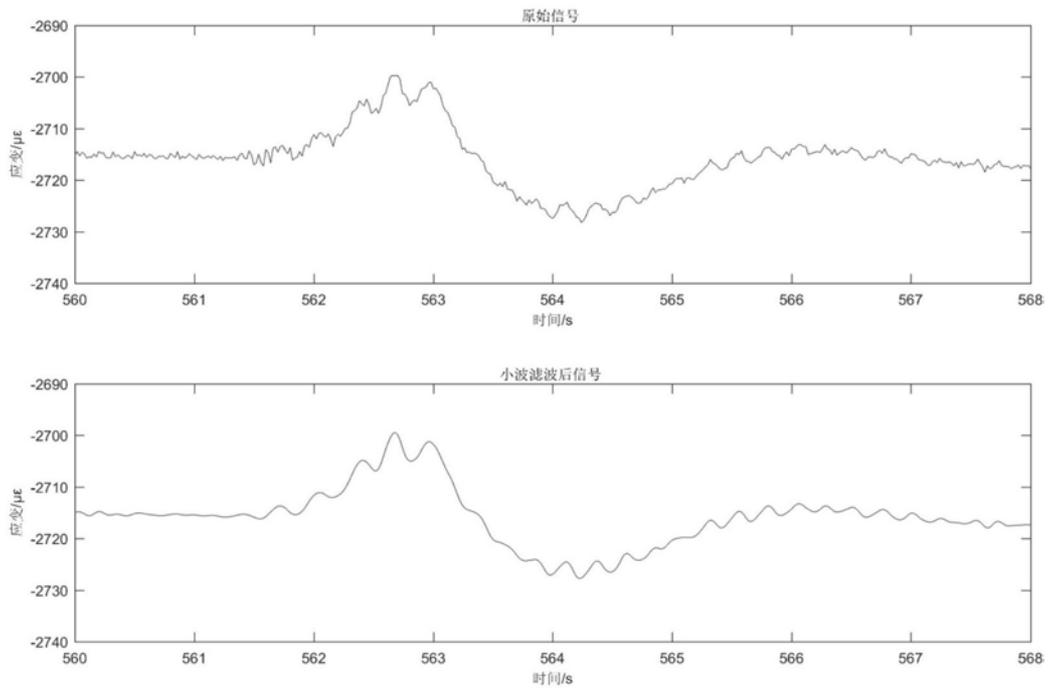


图9

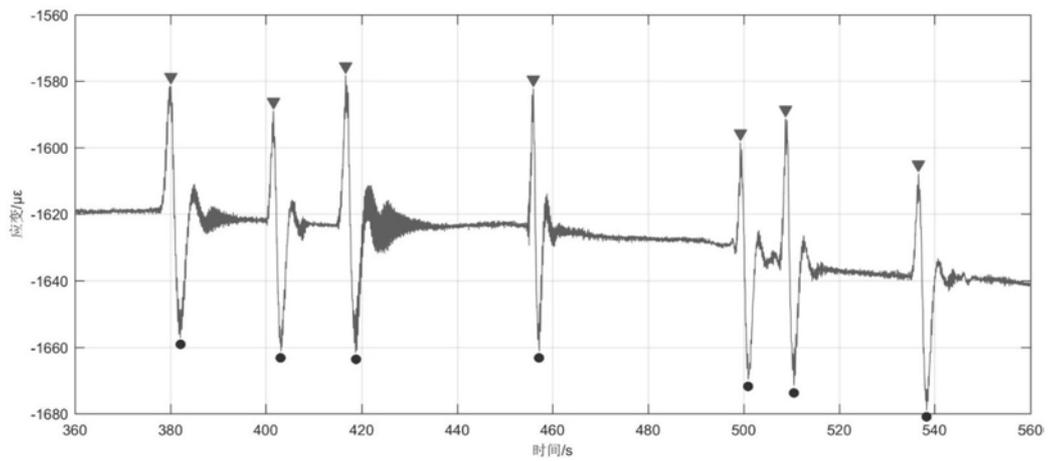


图10

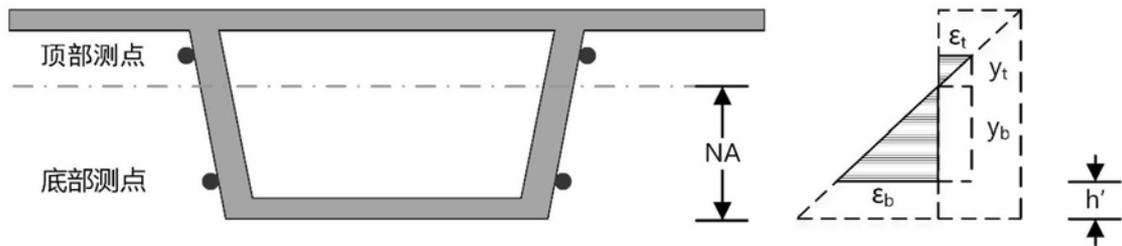


图11

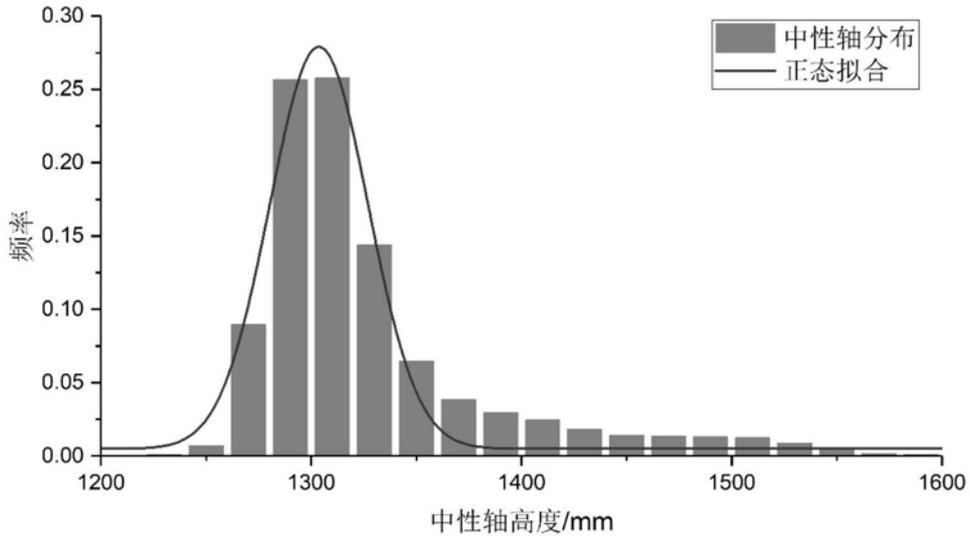


图12

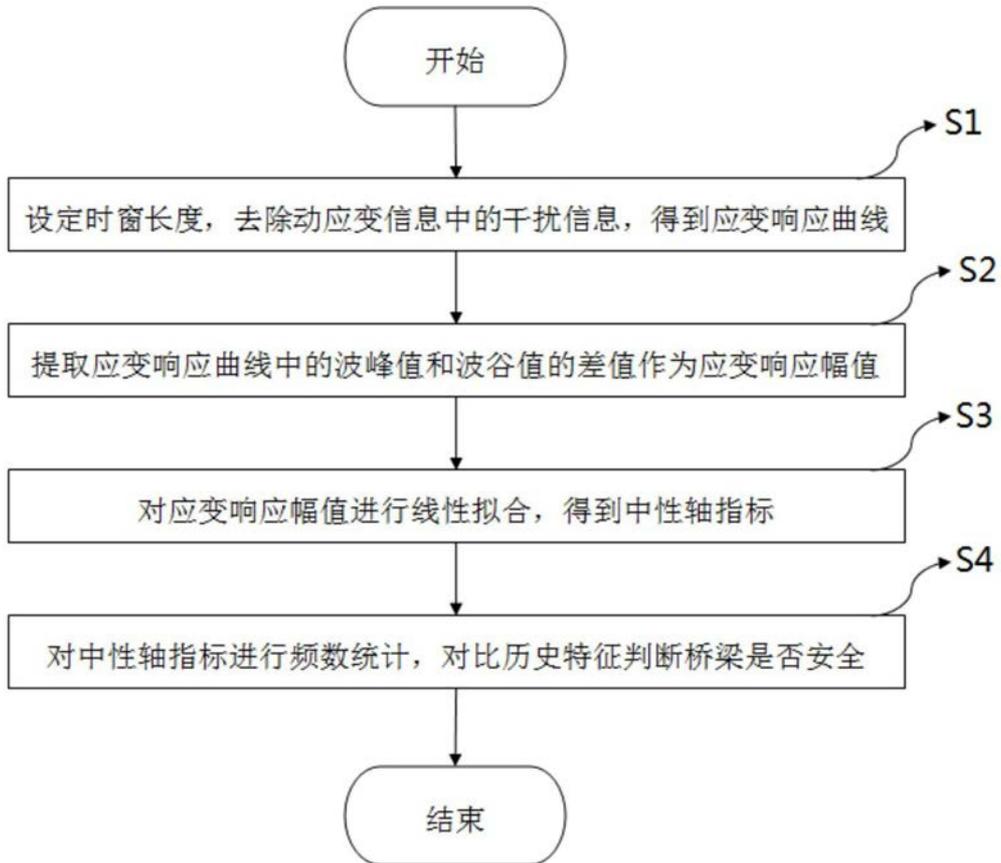


图13