

应用于无线传感网络的分布式损伤识别技术

张敏, 唐贵和, 李文雄

(华南农业大学水利与土木工程学院, 广东 广州, 510640)

摘要:随着工程结构的日益大型化和复杂化,振动测试时需要布置大量的传感器.传统的集中采集和处理的技术将难以胜任海量数据的分析要求,采用无线智能传感器的结构健康监测正是应运而生的新方向,而分布式采集和处理技术是密集布排的无线传感测试系统的必然要求.文中针对拱桥吊杆损伤的问题,以一钢管混凝土拱桥为平台建立数值模型,利用仿真技术模拟损伤前后振动测试,考虑不同网络拓扑情况,对不同损伤程度,以功率谱密度法进行了分布式识别分析.结果表明:分布式损伤识别技术能够成功识别拱桥吊杆损伤,并且该方法可以应用到其他大型复杂结构的健康监测和检测中.

关键词:分布式技术;无线传感网络;损伤识别;拱桥吊杆;大型复杂结构

中图分类号: TU317

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2013)02-0199-09

损伤是结构的一种局部信息,只有掌握丰富的信息才能有效地对损伤进行定位,而目前随着钢管混凝土拱桥在跨度上不断迈进,传统的有线振动采集系统已经不能适应于发展的要求^[1].智能无线传感器通过本身具有的计算和无线通信能力为土木建筑结构的健康监测提供了理想的应用前景^[2].在密集布排的无线传感器网络中,采用分布式的损伤识别技术是结构健康监测系统的必然要求.这种分布式技术不需要集中收集测试数据,测试数据首先在局域空间内进行分析处理,只将分析后的少量数据在子区域内进行共享,从而利用了空间信息.由于数据只在有限的临近节点间共享,总的数据传输量仍然保持适度,不会对无线带宽产生较大负荷.因此,损伤识别技术可以扩展到密集布置传感器的大型结构上.

钢管混凝土拱桥具有较强的跨越能力和便于施工的优点,使得钢管混凝土拱桥迅速发展起来,数量日益增加,成为交通建筑的重要组成部分.在钢管混凝土拱桥这个复杂体系中,吊杆虽然仅承受轴向力,但尺寸小、构件组成部分多、对疲劳腐蚀等因素比较敏感,所以吊杆及其组件的运营状态还是相当复杂的.吊杆是中下承式钢管混凝土拱桥的重要受力构件,中下承式拱桥的断桥与垮塌事故大多与吊杆的健康状态有关^[3-4].因此对钢管混凝土拱桥吊杆的损伤监测和检测具有十分重要的工程意义.人们对结构的损伤识别虽然进行了大量的研究,提出了各种各样的损伤识别方法,但是对于大跨度复杂的钢管混凝土拱桥研究还处于探索阶段^[5-7],特别是拱桥吊杆的损伤识别研究更加欠缺.

结构中的损伤会改变结构的动力响应,因此根据结构动力响应的改变可以检测出结构中存在的损伤.本文以一钢管混凝土拱桥为模型,利用数字仿真技术模拟损伤前后振动测试,考虑不同网络拓扑情况,对不同损伤程度,以功率谱密度法^[8-9]进行了分布式识别的分析.

1 基于功率谱密度的损伤识别

功率谱密度算法不依赖结构的有限元模型,可以直接使用在现场测试结构上,且不需要测量输入激励,算法简单,避免了大量计算带来的误差,能较好的解决目前面临的其中一些问题.

1.1 功率谱密度差

对于采样时间 T 上的某一时域响应信号 $x(t)$,其功率谱密度可由式(1)求得:

收稿日期:2012-06-21 修改稿日期:2013-03-21

基金项目:国家青年自然科学基金资助项目(51008129)

作者简介:张敏(1980-),女,陕西铜川人,讲师,博士,主要研究结构健康监测.

$$G(f) = \frac{1}{T} E[X(f)X^*(f)] \quad (1)$$

其中: * 表示复数共轭; $E[\]$ 表示系集平均计算; $X_{(f)}$ 表示 $x(t)$ 的傅里叶变换. 对整体功率谱密度函数进行归一化, 可得:

$$\{P(f)\} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n G_i^2(f)}} \{G(f)\} \quad (2)$$

则, 损伤前后的功率谱密度差可表示为

$$D_i(f) = |P_i^u(f) - P_i^d(f)| \quad (3)$$

其中: $P_i^u(f), P_i^d(f)$ 分别代表结构损伤前后在频率 f 处的第 i 个测点上功率谱密度值.

由于受到噪音和测量误差等影响, 直接用功率谱密度的累积值判别损伤的结果并不理想, 因此利用概率统计的办法去除虚假损伤识别结果, 对真实损伤位置进行定位. 首先找出 D 中每一频率值处的最大值, 并把此列中的其它值归零. 因此矩阵 D 表示损伤前后归一化的功率谱密度函数差的最大变化.

$$D^{\text{MAX}} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & D^{\text{MAX}}(f_2) & 0 & \cdots & 0 \\ D^{\text{MAX}}(f_1) & 0 & 0 & \cdots & D^{\text{MAX}}(f_m) \\ 0 & 0 & D^{\text{MAX}}(f_3) & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中: $f_1 \sim f_m$ 是测量频域段. 同时建立一个计算矩阵 C , 其中的元素为用 1 代替 D^{MAX} 中的非零值, 即:

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

然后求解各个测量节点在整个频域内的累积损伤因子, 得到:

$$\hat{P}_i = \sum_{f=f_1}^{f_m} D_i^{\text{MAX}}(f) - 2\sigma_p \quad (6)$$

$$\hat{C}_i = \sum_{f=f_1}^{f_m} C_i(f) - 2\sigma_c \quad (7)$$

其中: σ_p 和 σ_c 分别为 D^{MAX} 和 C 的标准差. 最后定义累积损伤指标为

$$D_i = \hat{P}_i \hat{C}_i \quad (8)$$

1.2 功率谱密度曲率差

对式(2)中的功率谱密度求曲率可得, 结构损伤前后的功率谱密度曲率差:

$$S_i(f) = |P_i''(f) - P_i^{*''}(f)| \quad (9)$$

假定损伤因子的总体是服从正态分布的随机样本, 则标准化的损伤因子可表示为

$$Q_i(f) = \frac{S_i(f) - \bar{S}(f)}{\sigma(f)} \quad (10)$$

其中: $\bar{S}(f)$ 和 $\sigma(f)$ 分别表示功率谱密度曲率差在频率 f 处的算术平均值和标准差.

在整个测量频率段内, Q 是一个包含了所有频率处的各测量自由度上损伤因子的矩阵. 在 Q 中, 每一列代表不同测量节点在同一频率上的损伤因子值. 结构若发生损伤, $Q(f)$ 将会在损伤位置有较大值

而在未损伤位置处的值较小,然而在未损伤区域的 $Q(f)$ 值在整个频域段内的累计值将会影响真实损伤位置的判别. 因为在此引入损伤阈值 α , 去除小于阈值的所有值,以减小判别误差. 记 $Q_{\max}(f)$ 为 Q 中最大值,若 $|Q_i(f)| < (\alpha * Q_{\max})$, 则令 $Q_i(f) = 0$, $D_i(f) = 0$; 若 $|Q_i(f)| \geq (\alpha * Q_{\max})$, 则令 $Q_i(f) = Q_i(f)$, $D_i(f) = 1$.

在本文中选取 α 为 83.6% 可以得到合适的结果. 把 $Q_i(f)$ 和 $D_i(f)$ 在频率段内求和得:

$$A_i = \sum_{f=f_1}^{f_m} Q_i(f), O_i = \sum_{f=f_1}^{f_m} D_i(f) \quad (11)$$

最后将 A_i 和 O_i 相乘,即为第 i 个测点上的累积损伤指标:

$$D_i = A_i O_i \quad (12)$$

2 无线传感网络的分布式体系

对于大型复杂结构,想要准确获得局部的损伤信息,需要布置大量的传感器,由此会产生海量数据. 分布式体系即利用智能无线传感器的独立存储和计算功能,将整个结构分为若干个子结构进行平行分析,由此减少数据的集中传输和集中处理.

智能无线传感网络按照各个传感节点工作功能可基本的分为三个等级:叶节点层,子结构内管理节点层和基站点. 假设该测试结构被分为 4 个子结构,如图 1 所示. 各个子结构都包含 4~5 个节点成员,成为叶节点,用来负责数据采集和局部计算. 子结构之间可以共用若干节点,这表示两个子结构内具有相同的节点或者单元. 每个子结构内部有一个叶节点同时也作为管理节点,用来管理各组内的节点进行信息传输和指令操作,以及各子结构之间的信息交流并将各个组内的结果反馈到基站点. 无线网络结构可以根据算法的不同要求和步骤,层内结构可以自由拓展为更多的分析层.

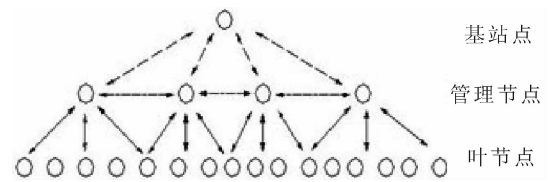


图 1 分布式智能传感网络

Fig. 1 Distribution smart sensor network

所有叶节点采集到结构信息之后,根据网络拓扑情况(即子结构情况),各子结构内首先分别进行损伤识别算法的计算过程. 识别分析之后,各子结构之间通过信息交流可进一步确定损伤. 当子结构之间共享同一叶节点信息或者同一单元信息时,子结构之间可以相互验证对于同一损伤单元的结果是否一致,若为同一位置损伤即可确定损伤,若同一单元在不同子结构内的识别结果不一致,则分别在各子结构内重新进行识别分析.

在这种分布式等级网络结构中,通信和数据处理主要都在局部的传感器区域(子结构)内完成,因此,减小了传输大量数据的要求,各子结构分析完成之后和其他子结构交换信息,将结果传送到基站点. 以其中一个子结构为例说明损伤识别的实现过程,见图 2 所示.

3 分布式损伤识别分析

3.1 拱桥模型有限元模拟

利用 Matlab 软件建立钢管混凝土拱桥的有限元模型,主梁和拱肋均上各 12 个单元,每根吊杆为一个杆

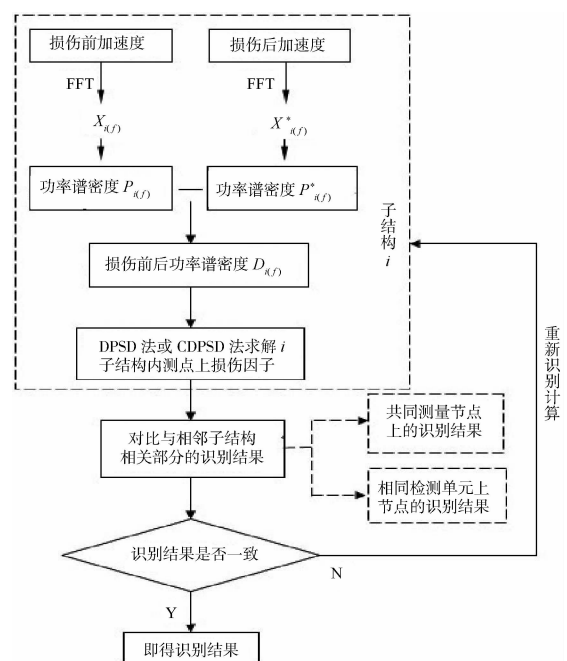


图 2 分布式损伤识别过程

Fig. 2 Implement of distributed damage detecting

单元,总计 24 个节点和 35 个单元,两边拱脚固结,共 44 个自由度,如图 3 所示。

该钢管混凝土拱桥有限元模型中,吊杆单元为 25 号到 35 号单元,共有 11 根。有限元模型进行吊杆损伤模拟时,均以吊杆材料弹性模量 E 的折损来模拟损伤。

针对不同的损伤情况,利用 Simulink 仿真模拟技术,对拱桥有限元模型进行激励。

如图 4 所示是 Matlab 软件中 Simulink 仿真模拟激励拱桥模型、测量节点加速度响应的操作过程。取平均功率 $S_0 = 0.2 \text{ KHz}$ 的白噪声(Band-Limited White Noise)模拟环境激励作用于桥梁模型系统的状态空间(System),测量损伤前后节点 2—23 上的竖向加速度响应,保存输入(Input)和输出加速度(accels)。在实际情况下,对任何结构的进行动测实验时,测得的加速度都是受到噪音影响的,因此在保存加速度响应之前,设计低通椭圆滤波器 AA Filters 对所有加速度信号进行加噪和滤波,剔除频率高于截断频率的信号。以前四个测点的通道为例,示意滤波器 AA Filters 的内部构造图如图 5(a)所示,其中第一通道 Noise1 加噪的过程见图 5(b)。

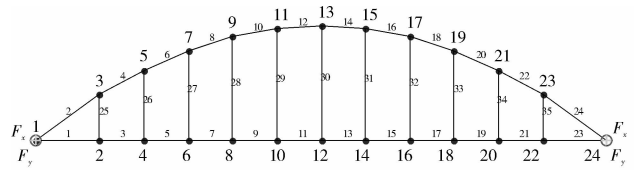


图 3 模型桥有限元模型图

Fig. 3 Arch bridge FE model

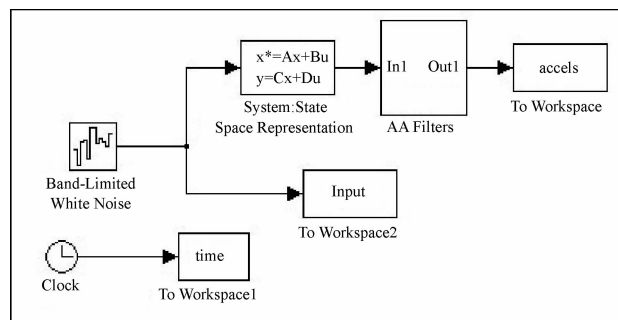
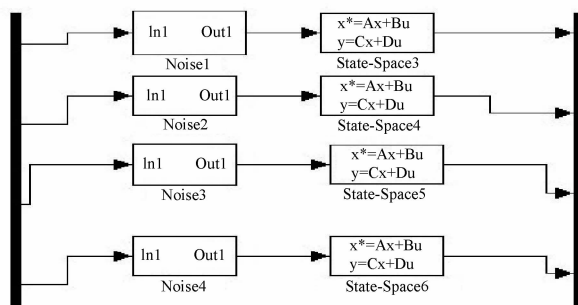
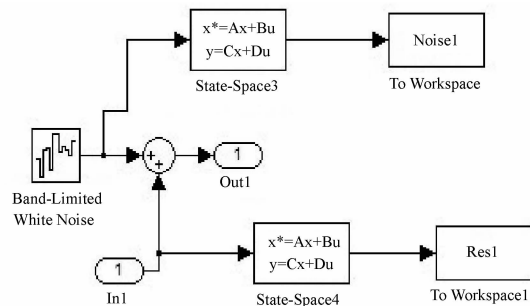


图 4 有限元模型 Simulink 模拟

Fig. 4 Simulink of arch bridge FE model



a) 前四个通道的滤波及加噪过程



b) Noise1 的详细图

图 5 AA Filter 的实现过程

Fig. 5 Implement Process of AA Filter

3.2 网络拓扑及损伤工况

将拱桥模型按照两种不同的子结构划分工况进行分析识别。

Case1:分为 3 个子结构

将模型从左到右分为 3 组子结构进行分析,Group1 和 Group2 都各包括 12 个测量节点,Group3 包含 10 个测量节点,各组之间重合 6 个测点,具体分组情况见表 1 所示(测点和吊杆号参照图 2)。

各工况下子结构分析识别的结果图示中以拱桥结构 24 个节点为准,其中两端的 1 号和 24 号节点是固结点,其他各节点均对应相应的吊杆单元。

Case2:分为 2 个子结构

将拱桥结构从下到上划分为桥面板(Group1)和拱肋(Group2)两个子结构分别进行分析,每组中各包括 11 个传感

表 1 子结构划分情况

Tab. 1 Local groups

子区域	包括的测点	包括的吊杆
Group1	2~13	25,26,27,28,29,30
Group2	8~19	28,29,30,31,32,33
Group3	14~23	31,32,33,34,35

器,测量 11 根吊杆对应在桥面板和拱肋节点上的竖向加速度,见表 2 所示.

吊杆损伤模拟时,以吊杆材料弹性模量 E 的折损来模拟损伤,损伤工况见表 3.

3.3 损伤识别分析

Casel:

D1:26 号单元损伤

26 号吊杆单元对应的节点分别为第 4 号和第 5 号,其中 4 号节点为桥面板上节点,5 号节点为拱肋上的节点. 在上面的子结构划分工况中,只有 Group1 中包含了 26 号吊杆单元. 当 26 号单元损伤时,利用功率谱密度差和功率谱密度曲率差两种方法都能识别出损伤位置,结果见图 6.

由图 6(a)中两种方法的分析结果可以看出,Group1 中第 5 个节点上损伤识别因子都比其他节点较大,说明 26 号吊杆有损伤,并对拱肋的影响比较大. 节点 4 处没有显示损伤因子是因为损伤对该节点的影响相对较小,小于阈值的限定值. 另外 Group1 包含的 7 号节点也有较小的突变,说明 26 号吊杆损伤对于靠近跨中方向的相邻 27 号吊杆单元有一定的影响. Group2 和 Group3 中都没有包含损伤单元,从这两个子结构的分析结果来看,两种损伤算法得到的损伤因子都很小,接近 26 号单元的个别节点处有较小的影响. 从图 6(b)可以看出,功率谱密度差算法对损伤程度的变化较为明显,随着损伤程度的增加,单元对应节点上的损伤因子幅值也成增大趋势.

表 2 子结构划分情况

Tab. 2 Local groups

子结构	子结构内节点
Group1(桥面板)	2,4,6,8,10,12, 14,16,18,20,22
Group2(拱肋)	3,5,7,9,11,13, 15,17,19,21,23

表 3 拱桥损伤模拟工况设置

Tab. 3 Damage cases for the arch bridge model

损伤工况	损伤单元	损伤程度/%
D1	吊杆 26	-50, -70
D2	吊杆 28	-50, -70
D3	吊杆 30	-50, -70

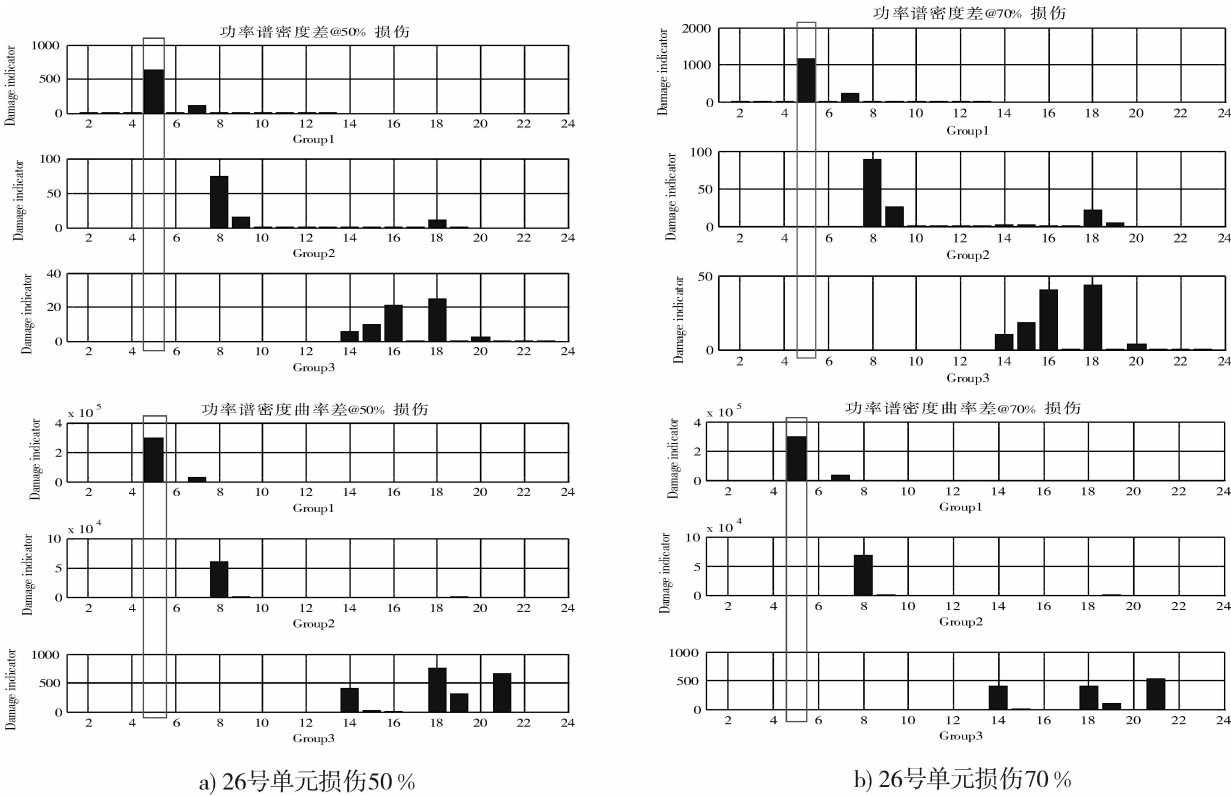


图 6 26 号单元损伤识别结果

Fig. 6 Detecting result of element 26 damaged

D2:28 号单元损伤

28 号吊杆单元对应的节点分别为第 8 号和第 9 号,其中 8 号节点为桥面板上节点,9 号节点为拱肋上的节点. Group1 和 Group2 都包含了该单元. 在两种不同程度的损伤情况下,利用功率谱密度差和功

率谱密度差曲率两种算法得到的 Group1 识别结果在第 9 个节点上损伤识别因子比其他节点较大,见图 7 中所示. 同样在 Group2 的识别结果中,第 9 个节点也是相对有较为明显的幅值,因此两个子结构都能识别出 28 号吊杆有损伤,并且损伤对拱肋的影响比较大,对桥面板的节点影响较小(节点 8 处的损伤因子幅值较小). Group3 中都没有包含损伤单元,因此其包含的节点功率谱没有较大突变. 另外从图 7 中 b 图的幅值变化可以看出,随着损伤程度的增加,功率谱密度差算法中损伤单元对应节点上的损伤因子也成逐渐增大.

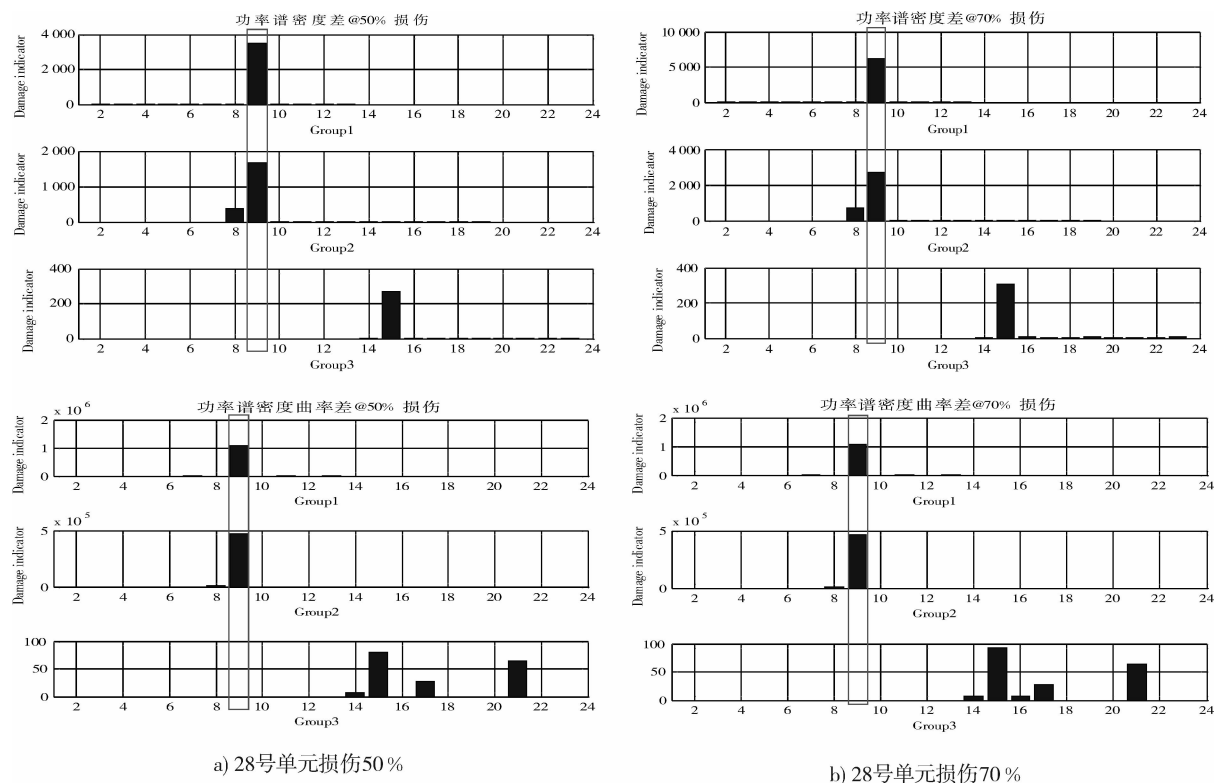


图7 28号单元损伤识别结果

Fig. 7 Detecting result of element 28 damaged

D3:30号单元损伤

30号吊杆单元对应的节点分别为第12号和第13号,其中12号节点为桥面板上节点,13号节点为拱肋上的节点. 分布式结构中 Group1 和 Group2 都包含了该单元.

在不同程度损伤工况下,通过功率谱密度差和功率谱密度差曲率两种算法得到的分析结果中看, Group1 子结构在第13个节点上损伤识别因子比其他节点较大(见图8).

同样在 Group2 的识别结果中,第13个节点也是有较为明显的幅值,因此两个子结构都识别出30号吊杆有损伤. 损伤单元对应桥面板节点12号上的损伤幅值比较小,说明损伤对拱肋的影响比较大,对桥面板的较小. 各损伤工况下 Group3 中第15号节点处有明显的峰值,这是因为15号节点是31号吊杆单元对应的拱肋节点,30号吊杆损伤时对31号吊杆单元有一定的影响. 其他距离较远的未损伤单元节点处的功率谱没有较大突变. 随着损伤程度的增加,损伤单元对应节点上的损伤因子也成逐渐增大.

从图8(a-b)可以看出,功率谱密度差算法中,随着损伤程度的增加,损伤单元对应节点上的损伤因子幅值成增大趋势. 功率谱密度差曲率则对损伤程度的变化表现不明显.

Case2:

D1:26号单元损伤

26号吊杆为第二根吊杆单元,对应 Group1 和 Group2 中的第二个节点. 由图9可知,当26号单元损伤时,功率谱密度差和功率谱密度差曲率算法都能识别出损伤单元.

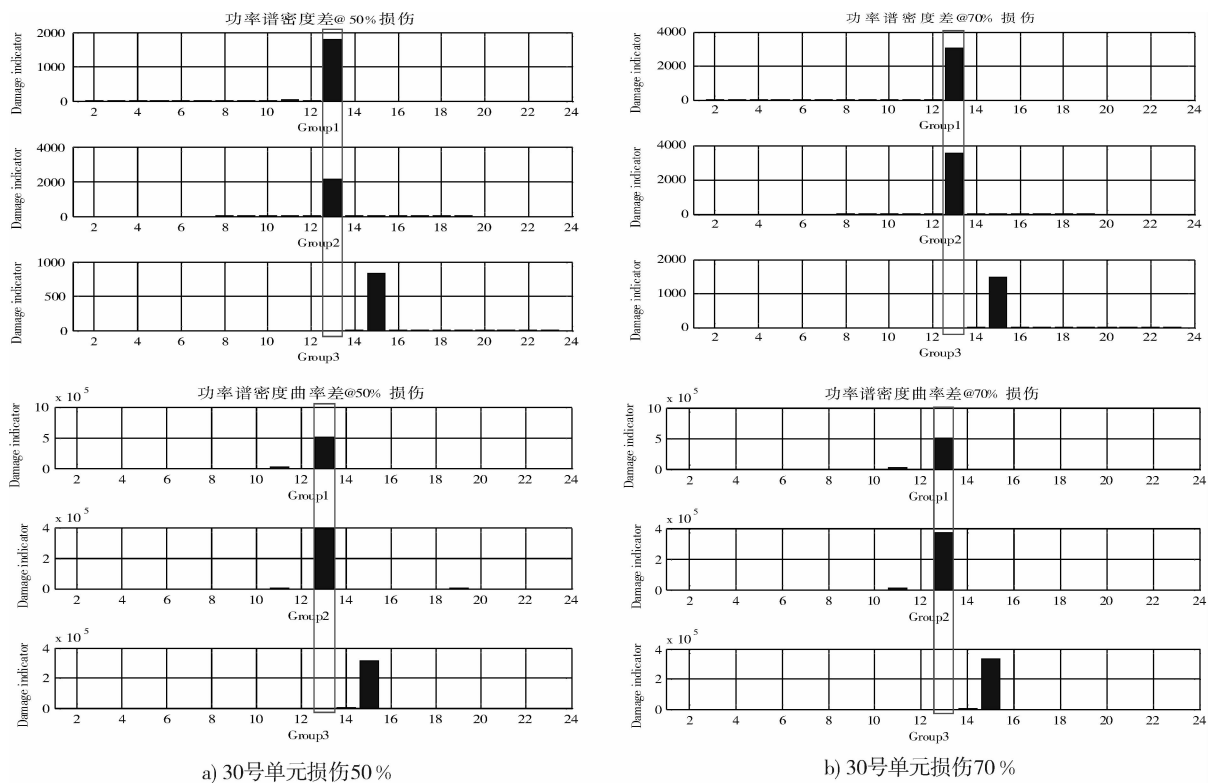


图 8 30 号单元损伤识别结果

Fig. 8 Detecting result of element 30 damaged

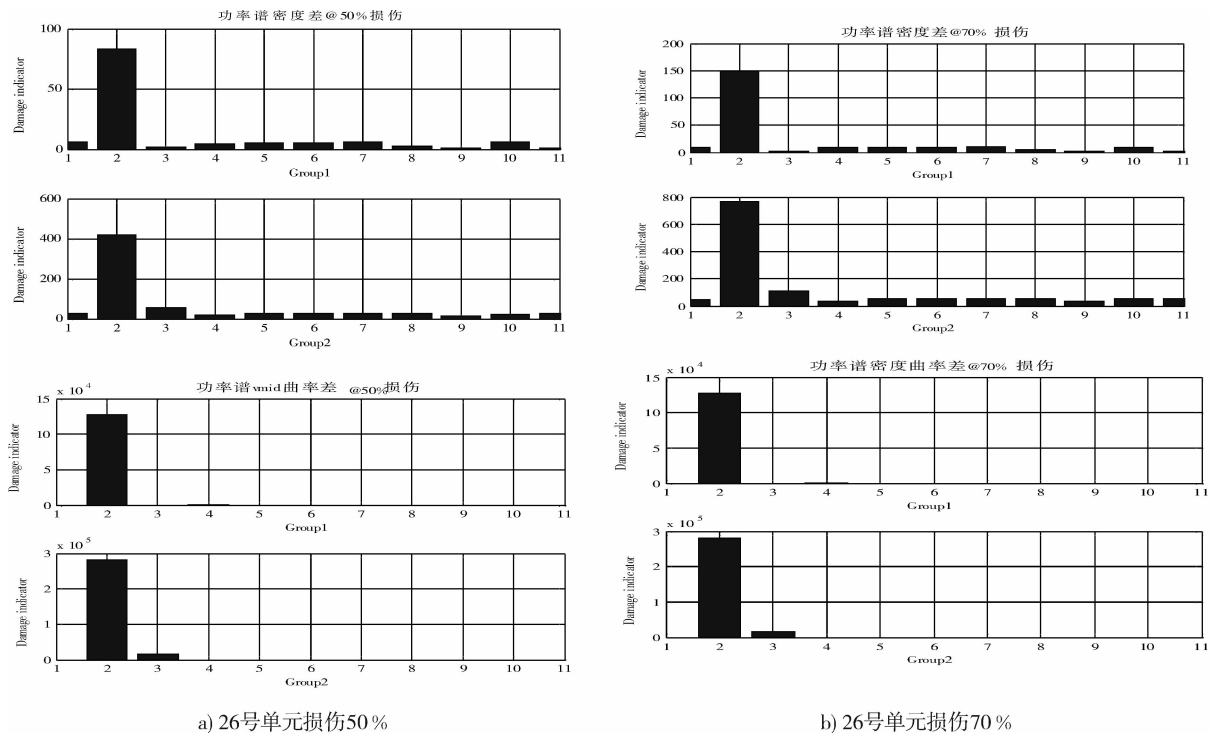


图 9 26 号单元损伤识别结果

Fig. 9 Detecting result of element 26 damaged

从 Group1 和 Group2 分别来看,损伤单元对应的 2 号节点上功率谱密度损伤因子都有较大幅值. Group2 的节点峰值幅值比 Group1 中稍大,这说明损伤吊杆对拱肋上的影响较为明显. 另外从图 9a—b

可以看出,功率谱密度差算法能够反映损伤程度的变化,即随着损伤程度的增加,损伤因子幅值也随之增加,相对的功率谱密度差曲率就不能明显地反映损伤程度的变化。

D2:28 号单元损伤

28 号吊杆为第四根吊杆单元,即对应 Group1 和 Group2 中的第四个节点。

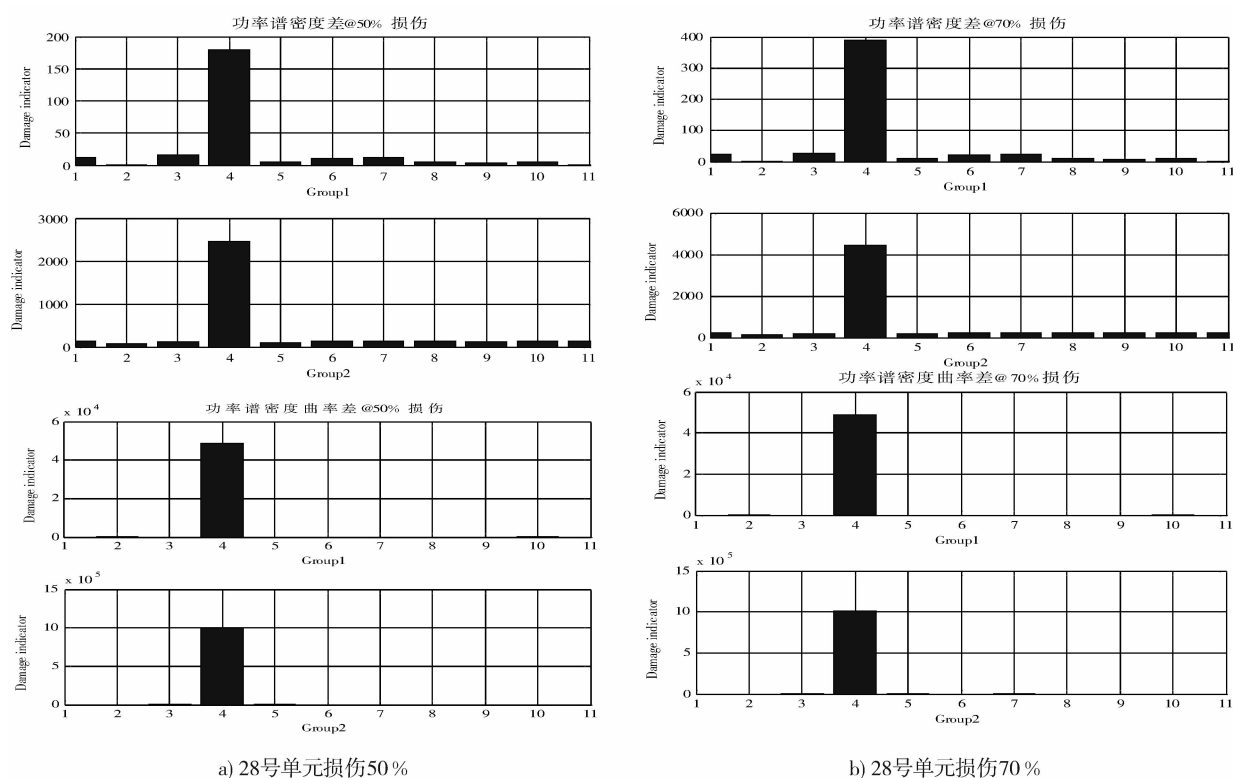


图 10 28 号单元损伤识别结果

Fig. 10 Detecting result of element 28 damaged

由图 10 可知,在各种不同损伤程序工况下,Group1 和 Group2 在损伤单元对应的 4 号节点上功率谱密度损伤因子都有较大幅值。对照功率谱密度差和功率谱密度差曲率算法的结果,可以看出两种方法中 Group2 的节点峰值幅值都比 Group1 的稍大,这说明损伤吊杆对拱肋上的影响较为明显。另外从图 a 和图 b 数值对比可以看出,功率谱密度差算法能够反映损伤程度的变化,即随着损伤程度的增加,损伤因子幅值也随之增加,而功率谱密度差曲率算法不能反映损伤程度的变化。

D3:30 号单元损伤

30 号吊杆为第六根吊杆单元,对应 Group1 和 Group2 中的第六个节点。当 30 号单元损伤时,功率谱密度差和功率谱密度差曲率算法都能识别出损伤单元,见图 11。

从各损伤程度下的 Group1 和 Group2 来看,损伤单元对应的 6 号节点上功率谱密度损伤因子都有较大幅值。同时 Group2 的节点峰值幅值比 Group1 中稍大,这说明损伤吊杆对拱肋上的影响较为明显。对比图 a—b 的损伤因子幅值可以看出,功率谱密度差算法对损伤程度的变化反应较为明显,即随着损伤程度的增加,损伤因子幅值也随之增加,功率谱密度差曲率算法对损伤程度的变化反应不明显。

由上述三种损伤工况的识别结果来看,两种网络拓扑情况都能有效地对损伤吊杆单元进行定位。功率谱密度差算法对损伤程度的变化反应比较明显,即随着损伤程度的增加,功率谱密度差损伤因子幅值也随之增加,而功率谱密度差曲率则没有明显的变化。从损伤幅值上也可以表明吊杆与拱肋连接处的节点比吊杆与桥面板连接处节点对于损伤反应较为敏感。当将桥梁结构划分为拱肋和桥面板两个子结构时,同一根吊杆两端的节点分别位于两个子结构内,这样能够相互验证该吊杆是否损伤。当桥梁结构从左到右一次划分为三个子结构时,子结构间重合单元的损伤情况可以通过两个子结构的信息进行判断。

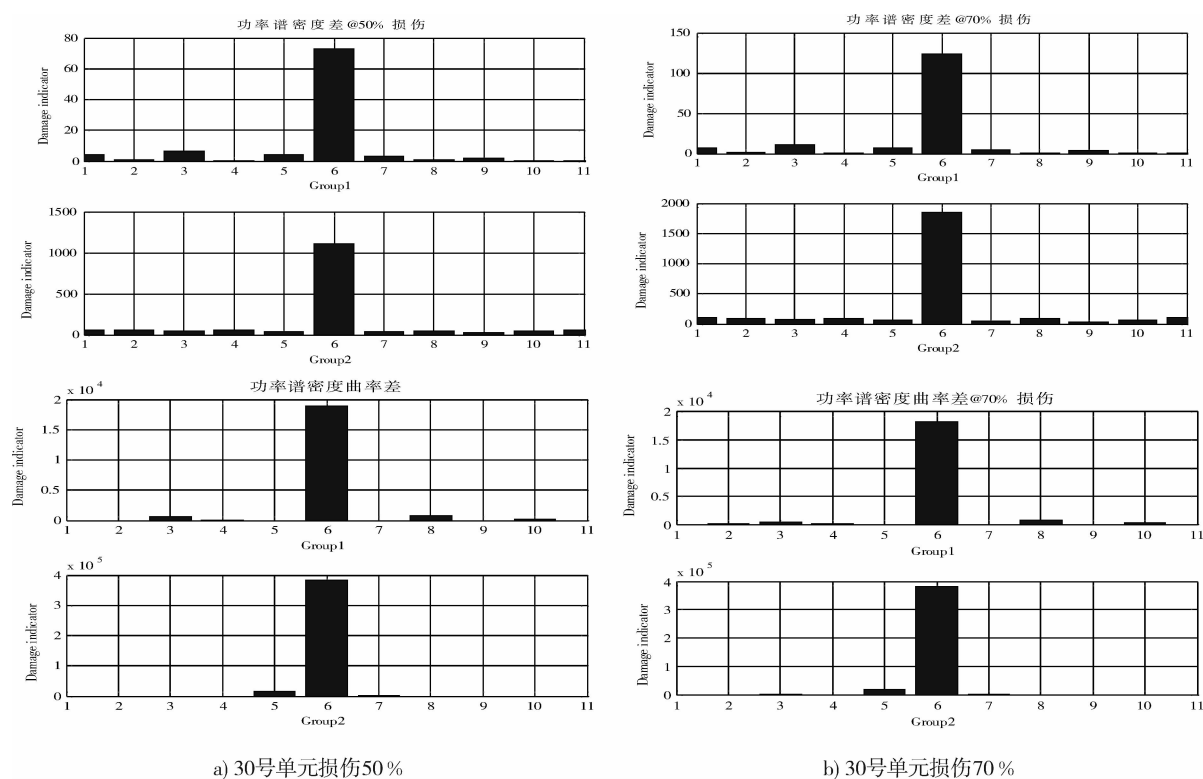


图 11 30 号单元损伤识别结果

Fig. 11 Detecting result of element 30 damaged

4 结 论

本文主要针对拱桥吊杆损伤的问题,提出适用于无线传感网络检测系统的分布式识别方法.建立了一钢管混凝土拱桥有限元模型,采用 Simulink 仿真技术模拟拱桥吊杆损伤,制定多种损伤工况,分别以不同的网络拓扑情况和不同方法进行了损伤识别及对比分析,结果表明:分布式识别技术运用灵活,可以根据不同子结构划分情况准确识别损伤.该技术能够有效减少数据传输和计算量,将健康监测算法应用到密集布排无线智能传感器的大型结构健康监测中,满足现代化结构健康监测的要求.此外文中采用的是有限元模型结构,而实际结构的损伤测试中,结构的复杂性表现更为明显,影响测试结果的因素较多,损伤识别测试中还需要考虑测试信号的准确性和有效性,可采用相干函数测定信号的信噪比,同时尽量减少噪音影响,信号处理中可以采用加窗、平均及滤波等技术减小信号噪音影响,获取有效、准确的信号进行分析,提高识别精度.

参考文献 References

- [1] WONG K Y. Instrumentation and health monitoring of cable-supported bridge [J]. Struct. Control Health Monit., 2004, 11(2): 91-124.
- [2] SPENCER B F, RUIZ-Sandoval M E, KURATA N. Smart sensing technology: Opportunities and challenges[J]. Struct. Control and Health Monit., 2004 (11): 349-368.
- [3] 陈 兵, 朱正刚. 中、下承式拱桥吊杆体系研究[J]. 四川建筑, 2002, 22(4): 29-32.
CHEN Bin, ZHU Zheng-gang. Research of hanger in half-through and through arch bridge [J]. Sichuan Architecture, 2002, 22 (4): 29-32.
- [4] 姚志强, 阮小平. 拱桥吊杆变形差异引发桥面断及类似事故的预防措施[J]. 公路, 2002(7): 73-74.
YAO Zhi-qiang, RAUN Xiao-ping. Distortion Difference of Arch Bridge Suspenders Leading to Bridge Surface Rupture and Preventive Measure for Analogy Accidents[J]. Highway, 2002(7): 73-74.

- [5] 张跃红. 钢管混凝土拱桥的损伤识别研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2006.
ZHANG Yue-hong. Study on Damage Detection of the Concrete-filled Steel Tube Arch Bridge [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2006.
- [6] 左文安. 钢管混凝土系杆拱桥功力分析及损伤识别[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
ZUO Wen-an. Dynamic Characteristics and Damage Detection of Concrete-Filled Steel Tubular Bowstring Arch Bridge [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2006.
- [7] 王素娟. 钢管混凝土拱桥模型的设计和损伤静动力分析 [D]. 汕头: 汕头大学, 2007.
WANG Su-juan. Design and Damage Static& Dynamic Analysis of a Concrete-Filled Steel Tube Arch Bridge Model [D]. Shantou: Shantou University, 2007.
- [8] BESKHYROUN S, OSHIMA T, MIKAMI S, YAMAZAKI T. A Numerical Analysis of Structural Damage Detection Using Changes in the Curvature of Power Spectral Density [J]. Journal of Structural Engineering, 2005, 51(3): 38-49.
- [9] BESKHYROUN S, OSHIMA T, MIKAMI S, TSUBOTA Y. Structural Damage Identification Algorithm Based on Changes in Power Spectral Density [J]. Journal of Applied Mechanics, 2005(8): 73-84.

Decentralized damage detection technology for smart sensor networks

ZHANG Min, TANG Gui-he, LI Wen-xiong

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China)

Abstract: As the pervasive civil infrastructures are typically large and complex, the full potential of structural health monitoring (SHM) requires the development of dense arrays of multi-scale sensors. However, the scale of a densely instrumented civil infrastructure will generate vast amounts of data, presenting a big challenge for conventional centralized processing technique. Smart sensor networks (SSN) with on-board computation and wireless communication capabilities may offer great opportunities for SHM. Decentralized strategy is required to analyze in this system. For the damage of arch bridge hangers, A MATLAB finite element model of an arch bridge is served to analyze the distributed damage detecting algorithm. The vibration testing before and after damage is simulated to acquired accelerations to detect damage by using Power Spectral Density (PSD) in different topology size and different damage degree case. The results show that the distributed damage detection technology helps locate the damage of arch bridge hangers efficiently, and can be used on other large-scale structures with a large number of sensors.

Key words: *decentralized strategy; smart sensor networks; damage detection; arch bridge hangers; large-scale structures*