



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102914364 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201210399620. 8

(22) 申请日 2012. 10. 19

(73) 专利权人 西南交通大学

地址 610000 四川省成都市二环路北一段

(72) 发明人 林建辉 丁建明 伍川辉 刘璐

易彩 陈春俊 张兵 苏燕辰

(74) 专利代理机构 成都顶峰专利事务所(普通

合伙) 51224

代理人 成实

(51) Int. Cl.

G01H 17/00(2006. 01)

审查员 王宁

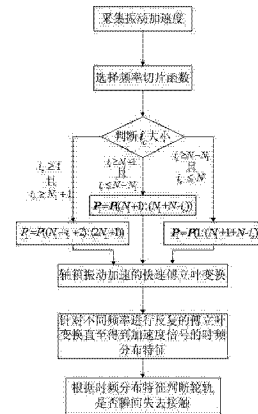
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的
动态识别方法

(57) 摘要

本发明公开了一种因轮轨冲击作用导致轮轨
瞬间失去接触的动态识别方法,属于交通信息安
全技术,本发明中首先将振动加速度传感器安装
于车轮轴箱上方,并通过后台的采集器采集振动
加速度传感器测量到的轴箱振动加速度信息,再
对轴箱振动加速度进行时频特征提取,得到时频
分布特征,最后绘制时频分布特征的等高线图,判
断轮轨是否瞬间失去接触。通过上述方案,本发
明达到了即时检测到因轮轨冲击导致轮轨瞬间失
去接触的这种特大隐患的目的,避免了车辆发生
脱轨的可能性出现,技术成熟,可靠性高,成本
低,通道数量少,系统简单,抗干扰性高,其社
会经济效益十分明显。



1. 一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法,其特征在于,通过以下方法实现:

(1) 将振动加速度传感器安装于车轮轴箱上方,并通过后台的采集器采集振动加速度传感器测量到的轴箱振动加速度信息;

(2) 对轴箱振动加速度信息进行时频特征提取,得到时频分布特征;

(3) 绘制时频分布特征的等高线图,判断轮轨是否瞬间失去接触;

其中,所述步骤(1)中振动加速度传感器的量程为 $\pm 50g$,频率响应不低于 $2kHz$,且采集器的采样频率不低于 $10kHz$;

所述步骤(2)的具体实现步骤如下:

(2a) 选择频率切片函数,其中频率坐标

$f_s = f_c + (-N_1 : N_1)F_s$, f_c 表示变换的中心频率, F_s 表示频率分辨率, N_1 表示偏离中心频率的分辨率的个数,因此频率选择函数的基函数为:

$$P(f_s, f_c) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{f_s - f_c}{f_c k_d} \right)^2},$$

根据 i_c 的大小,频率选择函数计算包括如下三种情况:

情况一:当 $i_c \geq 1$ 且 $i_c \geq N_1 + 1$ 时,频率选择函数 P_1 为:

$$P_1 = P((N_1 - i_c + 2) : (2N_1 + 1))$$

$z_1 = \text{zeros}(1, N - N_1 - i_c)$ 且 $P = [P_1, z_1]$;

情况二:当 $i_c \geq N_1 + 1$ 且 $i_c \leq N - N_1$ 时,频率选择函数 P_1 为:

$$P_1 = P((N_1 + 1) : (N_1 + N - i_c))$$

$z_2 = \text{zeros}(1, N - i_c - N_1)$ 且 $P = [z_1, P_1, z_2]$;

情况三:当 $i_c \geq N - N_1$ 且 $i_c \leq N$ 时,频率选择函数 P_1 为:

$$P_1 = P(1 : (N_1 + 1 + N - i_c))$$

$z_2 = \text{zeros}(1, N - (N_1 + 1 + N - i_c))$ 且 $P = [P_1, z_2]$;

其中, k_d 为频率分辨因子, i_c 为中心频率对应的坐标,满足 $f_c = f_s(i_c)$;

(2b) 对轴箱振动加速度进行傅立叶变换,变换公式如下:

$$A(f_t) = [A(f_0), L, A(f_s)] = FFT(a(t_t))$$

(2c) 频率切片函数对傅立叶的频率选择,选择公式如下:

$$Tz(f_k, f_c) = PA(f_k)$$

(2d) 针对各种中心频率进行反傅立叶变换得到振动加速度的时频分布特征：

$$TF(t_k, f_c) = IFFT(Tz(f_k, f_c))。$$

2. 根据权利要求 1 所述的一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法,其特征在於,所述步骤(3)的具体实现方法如下：

(3a) 绘制振动加速度的时频分布特征的等高线图；

(3b) 寻找该等高线图最大能量峰值对应的时间段；

(3c) 在最大能量时间段内依次寻找第二大能量峰值,若在同一时间段内出现局部能量随频率增加的衰减,则存在轮轨发生脱离的现象。

一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法

技术领域

[0001] 本发明属于交通运输领域,具体地讲,涉及一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法。

[0002] 背景技术

[0003] 机车车辆在服役过程中,车轮紧急制动抱死时,若车轮在钢轨表面存在冰雪、树叶等松软物体上运行时,车轮旋转运动由滚动变成滑动或滑转运动,轮轨必将产生滑动摩擦。相对于相对滚动摩擦而言,滑动摩擦剧烈,剧烈的滑动摩擦产生高温使得车轮踏面出现擦伤、剥离、裂损和掉块等车轮缺陷,这些缺陷对轮轨系统带来间隙性的打击和伤害。已有的理论计算和试验测试表明,存在缺陷的车轮产生的轮轨冲击力是轮轨静载的数倍,其中高频部分直接对轨道和车轮产生不利影响,从而降低车辆和线路的使用寿命、增加能耗和提高维护成本,严重的是导致轴温升高出现车轴热切;另一方面加速车轴、踏面裂纹扩展导致车轴冷切。同时需要特别注意的是,当机车车辆运行速度达到一定值,缺陷尺寸达到一定值时,轮轨冲击过后会引起轮轨瞬间失去接触,有的会使轮轨多次间隙性失去接触,轮轨失去接触意味着轮轨垂向作用力为零,瞬间脱轨系数为无穷大,如快速行驶在弯道线路、轨道超高线路等存在大横向力的路段,车辆发生的脱轨的可能十分大。

[0004] 发明内容

[0005] 本发明的目的在于因轮轨冲击导致轮轨瞬间失去接触的特大隐患,提供一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法,避免车辆发生脱轨的可能性出现。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种因轮轨冲击作用导致轮轨瞬间失去接触的动态识别方法,通过以下方法实现:

[0008] (1) 将振动加速度传感器安装于车轮轴箱上方,并通过后台的采集器采集振动加速度传感器测量到的轴箱振动加速度信息;

[0009] (2) 对轴箱振动加速度信息进行时频特征提取,得到时频分布特征;

[0010] (3) 绘制时频分布特征的等高线图,判断轮轨是否瞬间失去接触。

[0011] 为了保证振动加速度传感器的精确测量,所述步骤(1)中振动加速度传感器的量程为 $\pm 50g$,频率响应不低于 $2kHz$,且采集器的采样频率不低于 $10kHz$ 。

[0012] 进一步的得到视频分布特征,所述步骤(2)的具体实现步骤如下:

[0013] (2a) 选择频率切片函数,其中频率坐标 $f_{ss} = f_c + (-N:N)F_s$, f_c 表示变换的中心频率, F_s 表示频率分辨率, N_1 表示偏离中心频率的分辨率的个数,因此频率选择函数的基函数为:

$$[0014] \quad P(f_{ss}, f_c) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{f_{ss} - f_c}{F_s} \right)^2},$$

[0015] 根据 i_c 的大小, 频率选择函数计算包括如下三种情况:

[0016] 情况一: 当 $i_c \geq 1$ 且 $i_c \geq N_1 + 1$ 时, 频率选择函数 P 为:

[0017]

$$P_1 = P((N_1 - i_c + 2) : (2N_1 + 1))$$

[0018] $z_1 = \text{zeros}(1, N - N_1 - i_c)$ 且 $P = [P_1, z_1]$;

[0019] 情况二: 当 $i_c \geq N_1 + 1$ 且 $i_c \leq N - N_1$ 时, 频率选择函数 P 为:

[0020]

$$P_1 = P((N_1 + 1) : (N_1 + N - i_c))$$

[0021] $z_2 = \text{zeros}(1, N - i_c - N_1)$ 且 $P = [z_1, P_1, z_2]$;

[0022] 情况三: 当 $i_c \geq N - N_1$ 且 $i_c \leq N$ 时, 频率选择函数 P 为:

[0023]

$$P_1 = P(1 : (N_1 + 1 + N - i_c))$$

[0024] $z_2 = \text{zeros}(1, N - (N_1 + 1 + N - i_c))$ 且 $P = [P_1, z_2]$;

[0025] 其中, k_d 为频率分辨因子, i_c 为中心频率对应的坐标, 满足 $f_c = f_{ss}(i_c)$;

[0026] (2b) 对轴箱振动加速度进行傅立叶变换, 变换公式如下:

[0027]

$$A(f_k) = [A(f_0), L, A(f_c)] = FFT(a(t_k))$$

[0028] (2c) 频率切片函数对傅立叶的频率选择, 选择公式如下:

[0029]

$$Tz(f_k, f_c) = PA(f_k)$$

[0030] (2d) 针对各种中心频率进行反傅立叶变换得到振动加速度的时频分布特征:

[0031] $TF(t_k, f_c) = IFFT(Tz(f_k, f_c))$ 。

[0032] 为了更好的实现本发明, 所述步骤(3)的具体实现方法如下:

[0033] (3a) 绘制振动加速度的时频分布特征的等高线图;

[0034] (3b) 寻找该等高线图最大能量峰值对应的时间段;

[0035] (3c) 在最大能量时间段内依次寻找第二大能量峰值, 若在同一时间段内出现局部能量随频率增加的衰减, 则存在轮轨发生脱离的现象。

[0036] 本发明较现有技术相比, 具有以下优点及有益效果:

[0037] (1) 本发明解决了现阶段最重要的一个问题, 即如何判断因轮轨冲击作用导致其瞬间失去接触, 避免了因车轮缺陷带来的一种危害车辆运行安全的最恶劣因素, 由于目前

并没有能够解决上述缺陷的方法,因此本发明作为本领域内一项重大突破,彻底改变了这一空窗,由于轮轨突然与车轮失去接触,带来的危害是不可估量的,因此本发明是一项新的技术,彻底解决了这一危害。

[0038] (2) 本发明识别方法十分简单,只需要一个通道的振动加速度传感器和采集器即采集到所需信息,并通过计算、特征提取、比较即可立即识别到这一瞬间车轮与轮轨脱离的现象,具有实时性,且过程十分简单;同时本发明不需要改造线路,即可进行全路覆盖检测,可靠性高、易装易维护,完全能够满足车轮瞬间失去接触的动态识别的需要。

[0039] (3) 本发明由于是一项全新的技术,具有先进性和优越性,技术成熟、可靠性高,有着良好的前景和应用市场。

[0040] 附图说明

[0041] 图 1 为本发明实现流程图。

[0042] 图 2 为本发明一实施例中振动加速度传感器安装位置示意图。

[0043] 图 3 为本发明一实施例中采集速度为 150km/h 时的加速度及其时频特征图。

[0044] 图 4 为本发明一实施例中采集速度为 130km/h 时的加速度及其时频特征图。

[0045] 具体实施方式

[0046] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明,本发明的实施方式包括但不限于下列实施例。

[0047] 实施例 1

[0048] 如图 1 所示,本发明中在轴箱上安装了加速度传感器,用于动态获取机车车载在车轮缺陷下的动态振动信息,并在后台做实时的检测计算。

[0049] 如图 1 所示,本发明的实现步骤如下:

[0050] (1) 将振动加速度传感器安装在轴箱上

[0051] 传感器安装方位如图 2 所示,其中振动传感器的量程选在 $\pm 50g$,频率响应不小于 2000Hz,采集传感器的采样频率不低于 10kHz,并得到加速度信号 $a(t_k)$ 。

[0052] 其中如图 3 (a) 和图 4 上部分所示,采集到一组含有车轮缺陷的轴箱垂向振动加速度信号,采集信号的速度为 150km/h 和 130km/h,对应的频率特征和同一时间峰值能量分别如图 3 (b) 和图 4 下部分所示。

[0053] (2) 进行时间频率特征分析

[0054] 应用频率切片小波变换对轴箱振动加速度进行时频特征提取,特征提取的详细步骤如下:

[0055] 第一步:频率切片函数的选择与实现

[0056] 设置频率坐标 $f_{ss} = f_c + (-N:N)F_s$, 其中 f_c 表示变换的中心频率, F_s 表示频率分辨率, N_1 表示偏离中心频率的分辨率的个数。

[0057] 频率选择函数的基函数描述为:

[0058]

$$P(f_{ss}, f_c) = e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{f_{ss} - f_c}{f_c} \right)^2}$$

[0059] 然后计算主频率选择函数。

[0060] (1a) 当 $i_c \geq 1$ 且 $i_c \geq N_1 + 1$ 时, 频率选择选择函数 P 为:

[0061]

$$P_1 = P((N_1 - i_c + 2) : (2N_1 + 1))$$

[0062] 其中 $z_1 = \text{zeros}(1, N - N_1 - i_c)$ 且 $P = [P_1, z_1]$ 。

[0063] (1b) 当 $i_c \geq N_1 + 1$ 且 $i_c \leq N - N_1$ 时, 频率选择选择函数 P 为:

[0064]

$$P_1 = P((N_1 + 1) : (N_1 + N - i_c))$$

[0065] 其中 $z_2 = \text{zeros}(1, N - i_c - N_1)$ 且 $P = [z_1, P_1, z_2]$ 。

[0066] (1c) 当 $i_c \geq N - N_1$ 且 $i_c \leq N$ 时, 频率选择函数 P 为:

[0067]

$$P_1 = P(1 : (N_1 + 1 + N - i_c))$$

[0068] 其中 $z_2 = \text{zeros}(1, N - (N_1 + 1 + N - i_c))$ 且 $P = [P_1, z_2]$ 。

[0069] 上述公式中, k_d 为频率分辨因子, i_c 为中心频率对应的坐标, 满足

$$f_c = f_{ss}(i_c)。$$

[0070] 第二步: 轴箱振动加速的快速傅立叶变换:

$$A(f_k) = [A(f_0), L, A(f_e)] = FFT(a(t_k))。$$

[0072] 第三步: 频率切片函数对傅立叶的频率选择:

[0073]

$$Tz(f_k, f_c) = PA(f_k)$$

[0074] 第四步: 针对不同中心频率进行反傅立叶变换得到振动加速度的时频分布特征:

[0075]

$$TF(t_k, f_c) = IFFT(Tz(f_k, f_c))$$

[0076] (3) 判断轮轨瞬间失去接触的认识

[0077] 第一步: 绘制振动信号的时频分布的等高线图;

[0078] 第二步: 寻找最大能量峰值的对应时间段;

[0079] 第三段: 在最大能量时间段内依次寻找其他次最大能量峰值, 如果在同一时间段内出现局部能量随频率增加的衰减, 即存在轮轨发生脱离的现象。

[0080] 按照上述实施例, 便可很好地实现本发明。

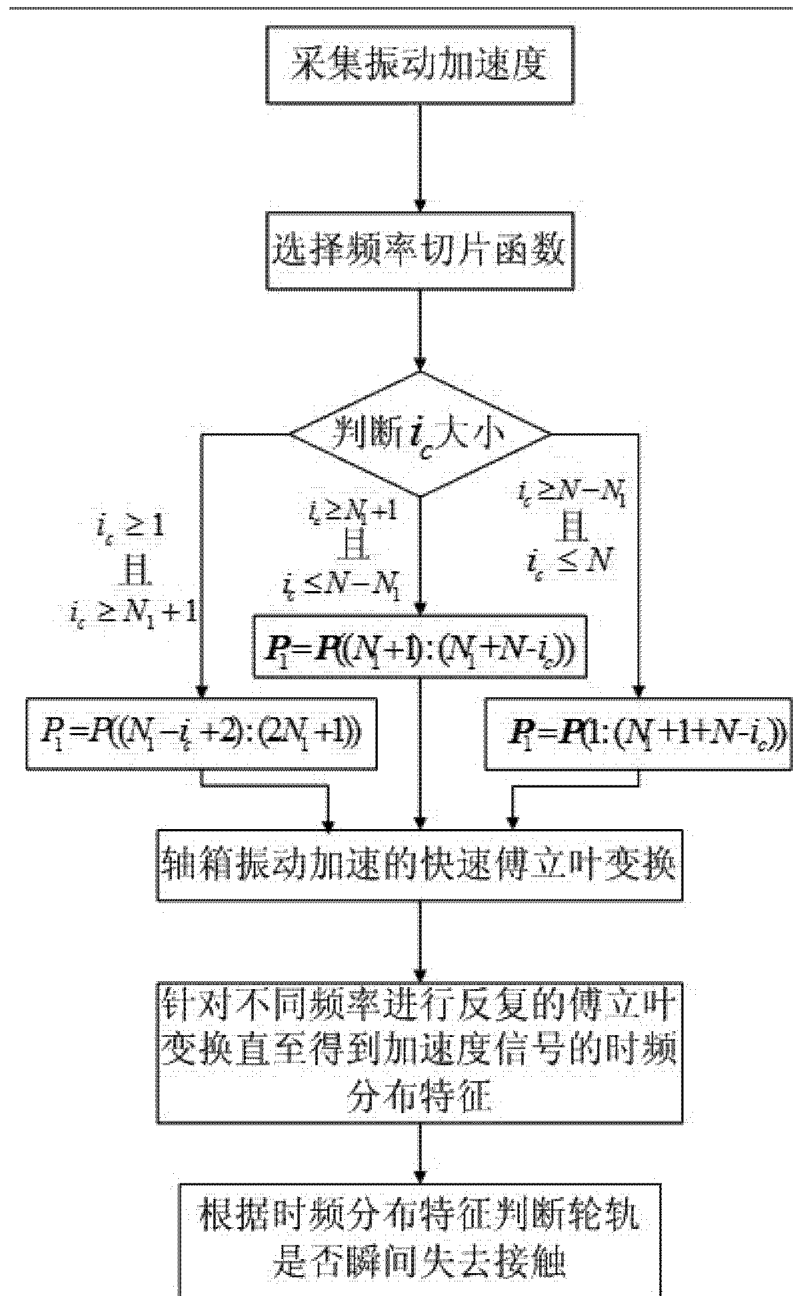


图 1

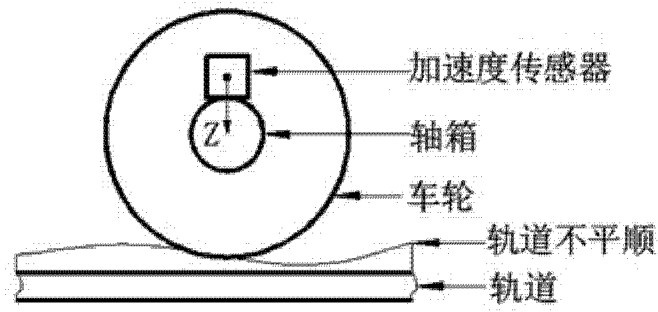


图 2

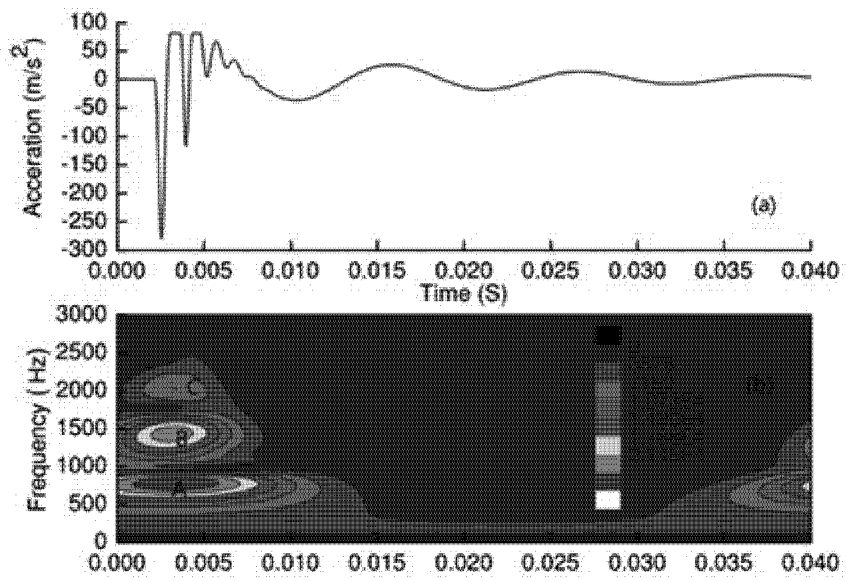


图 3

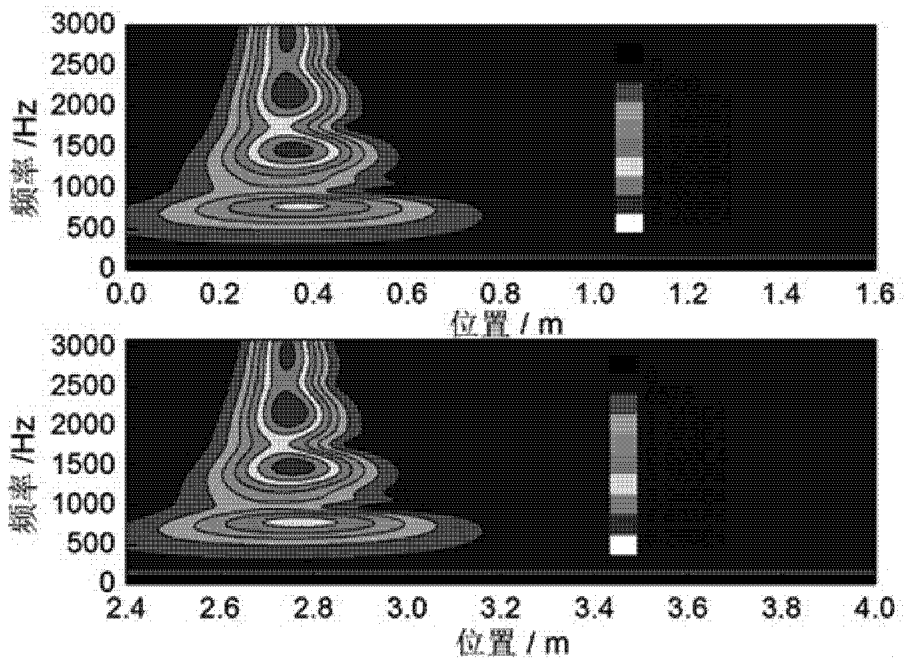


图 4