



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101376392 B

(45) 授权公告日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200710121157. X

CN 1676389 A, 2005. 10. 05,

(22) 申请日 2007. 08. 30

审查员 徐丹

(73) 专利权人 北京佳讯飞鸿电气股份有限公司
地址 100044 北京市海淀区交大东路 31 号
电子楼

(72) 发明人 李明华 吕志东 辛斌 袁军国

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理
有限公司 11100

代理人 陈曦

(51) Int. Cl.

B61L 1/16 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 19549404 A1, 1996. 12. 19,

CN 2337030 Y, 1999. 09. 08,

WO 2007/009132 A3, 2007. 01. 25,

EP 0675032 A1, 1995. 10. 04,

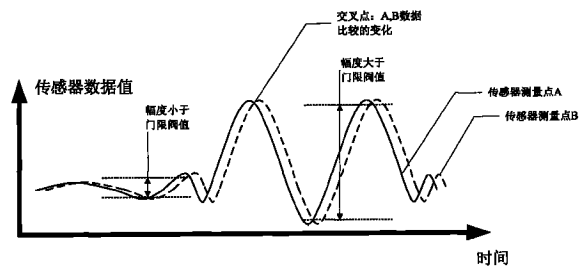
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法。该方法中,首先在钢轨上布置传感器测量点,传感器测量点具有用于感应钢轨形变或应力的传感器,设置传感器的门限阈值;当车辆的车轮压过传感器所在位置的钢轨时,如果钢轨的形变或者应力变化超过门限阈值,传感器记录有车轮压过的状态发生;根据车轮压过的状态信息确定车辆的轴数。本发明所提供的车辆计轴解决方案利用光纤光栅或者电应变片等传感器实现,并且优先选择间接测量方式,因此从技术上避免传统列车计轴系统的一些问题,稳定性高,抗干扰能力强。



1. 一种基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于包括如下步骤:

首先在钢轨上布置传感器测量点,所述传感器测量点具有用于感应钢轨形变或应力的传感器,设置传感器的门限阈值;

当车辆的车轮压过传感器所在位置的钢轨时,如果钢轨的形状或者应力变化超过所述门限阈值,所述传感器记录有车轮压过的状态发生;

根据车轮压过的状态信息确定所述车辆的轴数。

2. 如权利要求 1 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

当计轴过程不需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少一个传感器,所述车辆计轴方法为:当采集到新数据时,首先判断此刻数据与以前数据所形成的包络曲线是否为形成一曲线拐点,如果是,则用此拐点数据减去此拐点前一个拐点的的数据,如果差值大于门限阈值,就认为有一车轴经过,然后将此拐点数据保存,以备下一个拐点出现时使用,同时将当前数据保存,以备采集下一个数据时做拐点判断使用;如果不是,则只将当前数据保存,以备采集下一个数据时做拐点判断使用。

3. 如权利要求 1 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

当计轴过程不需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少一个传感器,所述车辆计轴方法为:根据传感器当前的采样数据、门限阈值、基准测量值进行计算,如果采样数据减去基准测量值大于门限阈值,则开始计次;当超过门限阈值的采样数据连续超过稳定参数时计轴一次;直到数据再次低于门限阈值后开始下一计轴过程;

所述基准测量值是在长期测量数据的基础上,根据在无车状态下间隔一定时间的采样平均值进行修正的基准数据。

4. 如权利要求 1 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

当计轴过程需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少两个传感器,所述车辆计轴方法为:首先比较同一时刻某个测量点的两个传感器的数据,判断是否为交叉点;如果是,则将此交叉点某一传感器数据减去前一交叉点同一个传感器的数据,差值如果大于门限阈值,则认为有一车轴经过,然后判断方向,比较此交叉点时刻两个传感器采集的数据的大小,如果第一传感器采集的数据大于第二传感器采集的数据,则测量点的计轴数减一,反之,测量点的计轴数加一。

5. 如权利要求 4 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

所述两个传感器分别安装在钢轨梁式结构支撑点的两侧附近,以测量所述钢轨的侧向形变;或者

所述两个传感器分别安装在单根钢轨两个相邻的支撑点之间中点附近,以测量所述钢轨的拉伸形变。

6. 如权利要求 1 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

当计轴过程需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少两个传感器,所述车辆计轴方法为:有车轮压过时,将传感器的状态记为 1,否则状态记为 0;当传感器采集到新数据时,判断某个测量点的单个传感器的状态,如果状态有变化,记录变化后的状态,然后将此传感器所在测量点的前后传感器状态组合追加到它们的状态组合序列,判断后 8 位是否为二进制 10 11 01 00 或 01 11 10 00,如果后八位为 10 1101 00,则将此测量点的计轴数加一;如果后八位为 01 11 10 00,则将此测量点的计轴数减一。

7. 如权利要求 6 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

所述两个传感器用于测量拉伸形变时,分别在两根钢轨两个相邻的支撑梁之间交错放置,或者在同一钢轨两个相邻的支撑梁之间顺序放置;用于测量侧向形变时,分别在两根钢轨同一个支撑梁两侧交错放置,或者在同一钢轨同一个支撑梁两侧顺序放置。

8. 如权利要求 6 所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

所述两个传感器之间的距离小于列车最小轴距长度。

9. 如权利要求 1~8 中任意一项所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

测量钢轨的拉伸形变时,传感器安装在轨底面或变通安装在轨底的上表面;测量钢轨的侧向形变时,传感器安装在靠近轨枕支撑点处,钢轨外侧的轨腰位置。

10. 如权利要求 1~8 中任意一项所述的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于:

所述传感器为光纤光栅或者电应变片。

基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于轨道交通系统的车辆计轴方法,尤其涉及一种基于钢轨的形变或应力参数实现的铁路车辆计轴方法,属于列车运行监测技术领域。

背景技术

[0002] 车辆计轴是通过检测列车通过轨道上特定计轴点的车轴数,来进行轨道区间占用检查、驼峰测长等业务应用的技术。它是铁路信号监测领域的重要基础技术之一。

[0003] 传统的计轴装置一般由传感器、计数比较器和传输设备等组成。它应用磁场原理,通过车轮切割磁力线的方式来计算通过火车的车轴数目。在专利号为 CN86103414 的中国发明专利中,就公开了一种用于轨道区间占用业务的微机计轴闭塞装置。该装置采用微机与数个继电器的逻辑关系构成的方向电路来确定发车方向;微机、模数转换接口与磁头构成的计轴器对轮轴进行鉴向和运算,从而完成对区间占用的监督。另外,在公告号为 CN2337030 的中国实用新型专利中,公开了一种铁道计轴信号有源传感器。该传感器在与钢轨相固定的底座上部设置有非导磁体矩形槽,槽底部有导磁体底板,底板上的中心处放置接入交流电源的激磁绕组,其两侧各放置信号绕组,三个绕组内有导磁体圆柱。

[0004] 但是,这些传统的计轴装置在实际应用中存在下面一些缺点:容易受到外部电磁辐射的影响以及其它非车轮物体在其周围运动的限制;磁头装置比较脆弱而且相对暴露突出,容易被道旁飞溅碎石损坏等等。

[0005] 在公开号为 CN1676389 的中国发明专利申请中,公开了一种基于光纤光栅的铁路监控系统。该系统中,将光纤的一部分附着在铁路的一对轨道之一上。对应于该部分光纤所附着的轨道特性的变化,光纤本身的特性也发生变化。通过接收和分析变更的光信号,就可以利用光信号中包含的信息来确定所附着轨道的特性变化。

[0006] 该铁路监控系统可以用作车轴计数器。具体而言,通过计数由布雷格光栅之一反射的光信号的波长中的连续偏移的数量,该系统可被用于计数经过火车的车轴的数量。

[0007] 但是,上述铁路监控系统只是大略地提出了利用光纤光栅进行车轴计数的技术思路,并没有提供具体的实现方案。而且,在该发明中,将光纤直接附着在轨道上进行有关参数的监测(参见该专利申请的图 2),这种直接测量方式很容易导致出现光纤被飞石击毁的情况。由于采用焊接方式容易受轮轨强烈震动影响而开焊,而采用胶粘方式容易受老化和热胀冷缩的影响而开胶,所以从事直接测量的传感器容易脱落或失效,不宜长期使用。另外,直接测量所采用的传感器安装方式难以拆装,对于钢轨系统的维护非常不利,而且传感器难以根据测量的具体需要迁移,所以也很难经济地实现临时性测量。因此在实际操作中,上述发明专利申请所提供的直接测量方式是不可取的。

[0008] 另外,由于对钢轨之类的弹性体而言,其形变和内部的应力成正比,测量形变就相当于测量应力,为方便起见,在下文中统一采用测量形变参数的表述。

发明内容

[0009] 鉴于现有的公开技术中还没有利用钢轨形变或应力参数来测量列车轴数的成熟技术方案,本发明的目的在于提供一套完整成熟的技术解决方案,能够利用传感器测量的钢轨形变或应力数据,准确算出经过钢轨某一测量点的列车轴数。

[0010] 为实现上述的发明目的,本发明采用下述的技术方案:

[0011] 一种基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法,其特征在于包括如下步骤:

[0012] 首先在钢轨上布置传感器测量点,所述传感器测量点具有用于感应钢轨形变或应力的传感器,设置传感器的门限阈值以排除传感器数据抖动和干扰信号的影响;

[0013] 当车辆的车轮压过传感器所在位置的钢轨时,如果钢轨的形状或者应力变化超过所述门限阈值,所述传感器记录有车轮压过的状态发生;

[0014] 根据车轮压过的状态信息确定所述车辆的轴数。

[0015] 其中,当计轴过程不需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少一个传感器,所述车辆计轴方法为:当采集到新数据时,首先判断此刻数据与以前数据所形成的包络曲线是否为形成一曲线拐点,如果是,则用此拐点数据减去此拐点前一个拐点的的数据,如果差值大于门限阈值,就认为有一车轴经过,然后将此拐点数据保存,以备下一个拐点出现时使用,同时将当前数据保存,以备采集下一个数据时做拐点判断使用;如果不是,则只将当前数据保存,以备采集下一个数据时做拐点判断使用。

[0016] 当计轴过程不需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少一个传感器,所述车辆计轴方法为:根据传感器当前的采样数据、门限阈值、基准测量值进行计算,如果采样数据减去基准测量值大于门限阈值,则开始计次;当超过门限阈值的采样数据连续超过稳定参数时计轴一次;直到数据再次低于门限阈值后开始下一计轴判别过程;

[0017] 所述基准测量值是在长期测量数据的基础上,根据在无车状态下间隔一定时间的采样平均值进行修正的基准数据。

[0018] 当计轴过程需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少两个传感器,所述车辆计轴方法为:首先比较同一时刻某个测量点的两个传感器的数据,判断形变数据的包络曲线是否为交叉点;如果是,则将此交叉点某一传感器数据减去前一交叉点同一个传感器的数据,差值如果大于门限阈值,则认为有一车轴经过,然后判断方向,比较此交叉点时刻两个传感器采集的数据的大小,如果第一传感器采集的数据大于第二传感器采集的数据,则测量点的计轴数减一,反之,测量点的计轴数加一。

[0019] 当计轴过程需要同时记录车辆行驶方向时,所述传感器测量点具有至少两个传感器,所述车辆计轴方法为:有车轮压过时,将传感器的状态记为 1,否则状态记为 0;当传感器采集到新数据时,判断某个测量点的单个传感器的状态,如果状态有变化,记录变化后的状态,然后将此传感器所在测量点的前后传感器状态组合追加到它们的状态组合序列,判断后 8 位是否为二进制 10 11 01 00 或 01 11 10 00,如果后八位为 10 1101 00,则将此测量点的计轴数加一;如果后八位为 01 11 10 00,则将此测量点的计轴数减一。

[0020] 在安装形变传感器时,测量侧向形变的传感器建议分别安装在钢轨梁式结构支撑点的两侧附近;或者

[0021] 测量钢轨拉伸形变的传感器分别安装在单根钢轨两个相邻的支撑点之间中点附近。

[0022] 此时,所述两个拉伸形变测量传感器可以分别在两根钢轨两个相邻的支撑梁之间

交错放置,或者在同一根钢轨两个相邻的支撑梁之间顺序放置;两个侧向形变测量传感器分别在两根钢轨同一个支撑梁两侧交错放置,或者在同一根钢轨同一个支撑梁两侧顺序放置。

[0023] 所述两个传感器之间的距离应在与门限阈值配合下能够满足两个传感器的出现前述 4 种状态组合。

[0024] 测量钢轨的拉伸形变时,传感器优选安装在钢轨两个支撑轨枕中间的钢轨轨底部分;测量钢轨的侧向形变时,传感器优选安装在靠近轨枕支撑点处,钢轨外侧的轨腰位置。

[0025] 所述传感器为光纤光栅或者电应变片。

[0026] 本发明所提供的车辆计轴解决方案利用光纤光栅或者电应变片等传感器实现,并且优先选择间接测量方式,因此从技术上避免传统列车计轴系统的一些问题。例如它不需要在铁轨两侧安装较为突出的设备,减少了被破坏的几率。同时它不受外部电磁波的干扰,稳定性高等。

附图说明

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的说明。

[0028] 图 1 为钢轨延伸方向拉伸变化的受力分析示意图;

[0029] 图 2 为钢轨中点处的剖面示意图;

[0030] 图 3 为钢轨侧向形变的受力分析示意图;

[0031] 图 4 为绝对幅度计算方法中,测量参数与传感器输出数据的关系示意图;

[0032] 图 5 为拐点计算方法中,测量参数与传感器输出数据的关系示意图。

[0033] 图 6 为传感器的安装方式 1 的实施示意图;

[0034] 图 7 为传感器的安装方式 2 的实施示意图;

[0035] 图 8 为传感器的安装方式 3 的实施示意图;

[0036] 图 9 为传感器的安装方式 4 的实施示意图;

[0037] 图 10 为某一车轮先后过两个传感器测量点时,其反映的应变值随时间变化的理想波形曲线图;

[0038] 图 11 为两个传感器测量点布置距离过大时,传感器组合显示的波形曲线图;

[0039] 图 12 为两个传感器测量点布置距离过小时,传感器组合显示的波形曲线图;

[0040] 图 13 为绝对幅度计算方法改造后的数据曲线和状态序列对应图;

[0041] 图 14 为拐点计算方法改造后的数据曲线和状态序列对应图;

[0042] 图 15 为曲线交叉点计算方法中,测量参数与传感器输出数据的关系示意图。

具体实施方式

[0043] 本发明所提供的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法主要包括如下的步骤:首先在钢轨上设置感应钢轨形变的传感器;然后根据不同的计轴要求灵活设置传感器的门限阈值;当车辆的车轴经过传感器所在的钢轨位置时,如果钢轨的侧向形变或者拉伸形变超过门限阈值,则传感器的状态记为 1,否则状态记为 0;根据所述传感器的状态信息确定所经过车辆的轴数。

[0044] 下面分别对上述各步骤的具体实施方式展开详细的说明。

[0045] 在本发明中,用于感应钢轨形变或应力参数的传感器可以是安装在钢轨上的光纤光栅、电应变片或者其他感应形状应力变化的传感器。它们可以采用本申请人另案申请的“钢轨形变 / 应力参数间接测量装置”进行安装,从而实现了对钢轨形变或应力参数的间接测量。如果采用光纤光栅传感器也可以用前述公开号为 CN1676389 的中国发明专利申请中所描述的安裝方式进行安装,从而实现了对形变或应力参数的直接测量。考虑到工程实施的便利性等多方面因素,本发明人建议优选“钢轨形变 / 应力参数间接测量装置”来具体实施本发明。

[0046] 在工程实践中,为避免微弱干扰信号和 / 或非车轮因素的形变干扰,对传感器采集的变化数据应设置恰当的门限阈值予以过滤。另外,还可以采用一些特殊的数据处理方法如绝对幅度方法、拐点计算方法或者动态交叉点方法等,以尽可能消除偶然干扰所带来的不利影响。

[0047] 根据实际工作的需要,本发明人在此给出了无方向计轴和有方向计轴两种计轴方案。无方向计轴方案主要针对在一些特定情况下使用,这种计轴方案可以有效减少计轴测量点所需要的传感器数目,降低系统成本和技术复杂性,但这种方案不适应对运行方向敏感的应用场合。对运行方向敏感的应用可以采用本发明人给出的有方向计轴的方案。

[0048] 下面首先对无方向计轴的具体实施方案展开说明。

[0049] 在实施计轴方案之前,首先要确定传感器的优选安装位置。传感器测量点的位置要依据轮与轨的受力情况进行系统分析,通过受力分析和实验验证得到测量点布置的优选方案。

[0050] 图 1 所示为钢轨延伸方向拉伸变化的受力分析情况。从图 1 中可以看出,测量点的最佳位置在两钢轨轨枕之间的钢轨中点处。图 2 所示为钢轨中点处的剖面图。单纯从力学角度分析,测量点的最合理位置在图 2 所示的轨底位置,此位置是整体道床和无渣道床优选安装方案。但考虑到传统道床轨底面受道渣影响的情况和维护作业的实际需要,在轨底底部布置测量点的方案可以变通为在轨底上表面布置的方案,如图 2 所示的那样,而钢轨的其他位置不建议使用。这种布置方案的考虑一方面是为了确保传感器的测量方向与钢轨延伸方向一致,另一方面是因为轨顶部分基本上为纵向挤压变化,而且位置过于接近车轮,传感器系统容易影响行车作业且容易被车轮损坏;轨腰部分的形变情况不太确定,在有些位置传感器甚至感受不到形状变化。

[0051] 图 3 所示为钢轨侧向形变的受力分析情况。经过与上面类似的分析可以得出,测量的最佳位置在靠近轨枕支撑点处,钢轨外侧(以两钢轨中间为内侧)的轨腰位置,测量方向与轨底底面垂直。其他的位置不建议使用。

[0052] 无方向计轴的计轴过程不需要同时记录车辆运行方向,仅需要在一個物理位置上的测量数据。计轴的具体计算方法有两种:绝对幅度计算方法和拐点计算方法。

[0053] 1. 绝对幅度计算方法

[0054] 绝对幅度计算方法中的绝对幅度是指无车轮经过时的基准测量值(简称无车基准测量值)与当前的采样数据的差值。无车轮经过时的基准测量值是在长期测量数据的基础上,根据在无车状态下间隔 10 分钟以上采样平均值进行修正的基准数据。该基准测量值一般不会变化,但当需要校准的数据偏差大到足以影响门限阈值时,需要给予临时性的修正。门限阈值的取值应保证最轻车轮经过时,一定时间内测量的数据超过门限阈值加基准

测量值的数值。

[0055] 参见图 4 所示的测量参数与传感器输出数据的关系,若设基准测量值为 A,当前的采样数据为 B,门限阈值为 C,当 $B-A > C$ 时,通常可以认为有一个车轮经过。

[0056] 但需要考虑的是数值 B 在数值 A+C 附近抖动的情况。例如在车辆行驶速度比较慢时,对同一车轮的多次计数设定稳定参数 D。D 为一整型参数,用于决定连续的 $B-A > C$ 的采样值计数。当连续多次的 $B-A > C$ 的 $E > D$ 时,才确认一次计轴。D 的实际数值与传感器采样速率和列车最高行驶速度有关。

[0057] 绝对幅度计算方法的数据处理过程如下:首先,根据传感器当前的采样数据、门限阈值数据、校正后的基准测量值数据进行计算,如果采样数据 - 基准测量值数据 $>$ 门限阈值数据,则将计轴数加 1,否则不处理采样数据。

[0058] 为了稳妥起见,对于上述步骤所获得的采样值计数,需要将其与预设的稳定参数进行比较计算,当采样值计数 $>$ 稳定参数时,该计轴数才真正执行加 1 运算。

[0059] 针对采样数据抖动的情况,定期(间隔 10 分钟以上)采集采样数据并进行存储。当采样数据存储到一定个数后,取这一段时间的数据平均值与基准测量值进行比较,如果偏差较大,则修正基准测量值。

[0060] 2. 拐点计算方法:

[0061] 如图 5 所示,拐点计算方法是利用数据曲线的拐点来测量数据,它主要适用于温差比较大或者轨道道床受力参数变化较大的情况。对于这种变化较大的情况,绝对幅度方法中的无车基准测量值会因为车轮引发的变化而缓慢变化,这种变化会使得绝对幅度方法发生漏计轴或错计轴的情况。本发明人经过研究,认为在此情况下曲线仍然会在倾斜的基准线上作类似的变化,因此通过相邻正拐点(曲线导数负变正)和负拐点(曲线导数正变负)的数据幅度差(拐点相邻采样数据或拐点处采样值平均数)与门限阈值进行比较,就可以判定一个车轮是否压过测量点的传感器。

[0062] 拐点计算方法的数据处理过程如下:首先,计算当前时刻的曲线离散导数。具体而言,将当前采样数据与前一时刻的采样数据的差值除以当前采样数据就可以获得当前的曲线离散导数。

[0063] 在判断曲线拐点时,根据当前时刻的曲线离散导数与采样数据的符号进行判断比较,如果两者符号不同则可以认为产生了一个曲线拐点。

[0064] 在计算轴数时,首先取前一个拐点的采样数据(或拐点附近采样数据的均值),然后进一步取门限阈值,如果当前采样数据 - 前一个拐点的采样数据 $>$ 门限阈值,则认为产生一个计轴事件,计轴数据加 1。

[0065] 以上介绍了无方向计轴方案的具体实现方法,下面进一步介绍利用钢轨形变数据实现的有方向计轴方案。该有方向计轴方案主要针对需要在确定车辆轴数的同时进一步确定车辆行驶方向的场合。与无方向计轴方案相比较,有方向计轴方案需要同时解决方向计算、轴数计算以及如何确定同一测量点各个传感器不同时间数据指向同一车轴的问题。

[0066] 有方向计轴方案在实施过程中的一个主要特点在于需要对传感器的布置方式提出要求。这是因为在计轴运算的过程中,对车辆运行方向的判断直接牵涉到在钢轨梁式结构中传感器的具体布置方式。

[0067] 具体而言,本发明人认为对于有方向计轴方案,需要在钢轨延伸方向上布置有一

定距离的多组（优选的采用 2 组）传感器来组合计算。为此，本发明人提出以下的技术概念：可以产生正确的有方向计轴结果的所有设备组合称为一个计轴测量点，该计轴测量点对于轨道线路具有位置属性。具有一个或多个（用于可靠冗余或其他需要）传感器进行测量的钢轨位置称为传感器测量点。传感器测量点对于钢轨具有位置属性。多个（优选的为两个）传感器测量点组成 1 个计轴测量点。

[0068] 图 6 至图 9 分别显示了安装钢轨形变传感器的四种不同方式。从测量钢轨侧向形变和轨底拉伸形变两种形变类型来看，布置形变传感器的方式可以分为两种：一种是安装在钢轨侧面，一种是安装在钢轨轨底。因为钢轨是梁式结构，由间距一定的支点架起。在布置测量钢轨侧向拉伸形变的传感器时，考虑到轮轨受力分析，两个传感器测量点应在钢轨与轨枕的紧固件附近，钢轨与轨枕的紧固件应与两个传感器测量点的距离中点位置相对应。根据工程的具体需要可以按图 6 所示（方式 1）将传感器测量点布置在一侧钢轨外侧，或如图 7 所示（方式 2），利用列车轮对结构，将传感器测量点布置在同一轨枕间隔的两根钢轨的外侧。在布置测量钢轨纵向拉伸形变的传感器时，考虑到轮轨受力分析，两个传感器测量点应在钢轨梁式结构两个支撑点的中点位置附近，钢轨梁式结构中点应与两个传感器测量点距离中点对应。根据工程的具体需要可以按图 8 所示（方式 3）将传感器测量点布置在一侧钢轨上，或如图 9 所示（方式 4），利用列车轮对结构，将传感器测量点布置在同一轨枕间隔的两根钢轨上。

[0069] 上述各种布置方式中，单轨放置的优点是受热均匀，便于温度补偿，测量准确；双轨放置的缺点是受热不均匀，需要温度补偿，测量有一定误差。

[0070] 图 10 为某一车轮先后过两个传感器测量点时，其反映的应变值随时间变化的理想波形曲线图。该图中， f_1 是预先设定的门限（轮缘压在传感器上使其计轴的传感器测量值），设定的门限要满足车轮压在第一个传感器测量点（ $0 \sim t_2$ 时间段）状态是 01，压在两个传感器测量点之间（ $t_2 \sim t_3$ 时间段）状态是 11，即同一车轮压在两组传感器之间，两个传感器同时显示，压在第二个传感器测量点（ $t_3 \sim t_4$ 时间段）状态是 10。

[0071] 传感器测量点的距离和门限阈值的设定要按照上述的理想状态来设置，尤其是要使其两个传感器测量点能在（ $t_2 \sim t_3$ 时间段）同时感应出同一车轴的变化，实现 11 状态。这样可以很好地解决在传感器点附近变向行驶的问题。

[0072] 下面对传感器测量点之间的距离和门限阈值的设定进行进一步的说明。

[0073] 如果两个传感器测量点布置距离过大，其传感器组合显示的波形如图 11 所示，此时门限要设在 $0 \sim f_1$ 之间，才能保证两波形重叠的部分实现 11 状态，但是遇到空车波形变化小或者测量点距离再大的话，其门限会很难设置。

[0074] 如果两个传感器测量点布置距离过小，其传感器组合显示的波形如图 12 所示，两波形重叠的部分过多，在实际测量中受传感器系统采样速率限制，有可能出现 00 11 00 的状态，或因传感器系统的抖动引起行驶方向的错误判断。

[0075] 实践中，辨别来车方向都是基于两传感器在同一时间感应同一车轴的情况下考虑的。如果两个计轴传感器的距离大于转向架的轴距长度，那么当转向架的两个车轴同时落入两个传感器测量点之间时，传感器就无法辨别某个车轮对它们的受力情况，计轴就会发生混乱，不能有效计轴，更不能辨别来车方向。因此，传感器测量点之间的距离必须小于转向架的轴距长度（即列车最小轴距）。在方式 4 的布置方式下，两组传感器的安装距离要

适当,即要求同一车轮压在两组传感器之间时两个传感器同时显示,如图 10($t_2 \sim t_3$ 时间段)所示的那样。

[0076] 同样地,门限阈值在有效过滤信号的前提下,也应该配合传感器测量点的具体布置方式灵活配置。

[0077] 下面以两个传感器测量点组成的计轴测量点为例来具体说明。由多个传感器测量点组成的计轴测量点与此类似,可以类推适用。

[0078] 有方向计轴方案的具体计算方法有两种:利用多传感器测量点结果的组合计算方法(下文中简称为组合计算方法)和曲线交叉点计算方法。

[0079] 3. 组合计算方法

[0080] 组合计算方法就是直接对无方向计轴算法进行改造,通过确定单个传感器测量点上车轮压过和无车轮压过的两种不同状态来分析车轴数和来车方向。具体而言:首先分析 A、B 两个测量点的状态序列变化,对 0010 11 01 00 序列,即判断为有车轮由 A 测量点到 B 测量点,中间通过计轴测量点,计轴数加 1;对 00 01 11 10 00 序列,即判断有车轮由 B 测量点到 A 测量点,中间通过计轴测量点,计轴数减 1。

[0081] 其中对无方向计轴算法的改造是这样的:无论对于绝对幅度计算方法还是拐点计算方法,都是在与门限阈值比较时输出的有车轮、无车轮的状态。为了防止误动,可以根据测量值是上升还是下降,进一步设定两个门限阈值来辅助进行分析。基于这种思路,绝对幅度计算方法和拐点计算方法改造后的曲线和状态序列对应图分别参见图 13 和图 14。,

[0082] 首先,按无方向计轴的绝对幅度计算方法或者拐点计算方法监测有车轮或是无车轮时的状态变化,并将状态变化所产生的序列进行存储。根据存储的状态序列判断是否有满足,00 01 11 10 00 或 00 10 11 01 00 的序列,如果有则将计轴数据加 1 或减 1(根据 A、B 顺序关系和计轴测量点加减规则进行)。

[0083] 在使用组合计算方法时,根据两个传感器测量点反应的先后可以判断车辆的方向。但如果要准确计数和判定方向,对于两个传感器测量点的数据变化应该首先确定哪些变化是同一车轮造成的,这就是所谓的同轴判断问题。对此,发明人简要分析如下:如果假定每个传感器具有因车轮压上、侧向形变或者拉伸形变超过门限阈值的状态(假设为 1)和无车轮压过的正常状态(假设为 0),同时假定一个传感器测量点为 A、另一个为 B。那么 A、B 的状态组合在一次车轮通过 A 再通过 B 时,产生状态序列可能为 00 10 00 01 00(方式 3)或者 00 10 11 01 00(方式 4)。如果利用这种状态序列来分析方式 4 下产生的序列结果就可以有效解决同轴判断的问题,而分析方式 3 下产生的序列结果有可能被不同的车轮扰乱。基于上述分析,在使用组合计算方法时,发明人优先选择按上述的方式 4 来布置传感器的位置,同时合理选择传感器的门限阈值,从而有效解决了组合计算方法中同轴判断的问题。

[0084] 4. 曲线交叉点计算方法:

[0085] 参见图 15 所示的数据曲线图,曲线交叉点计算方法是在排除传感器的无车基准测量值影响之后,根据当前 A、B 两个测量点测量数据曲线的交叉点与前一个交叉点的数值进行比较,对差值超过预定门限阈值的情况产生计轴事件。对于计轴数的加减则根据经过当前交叉点之后 A、B 测量点的测量数据大小关系和预定的计轴数增加方向确定。使用此方法需要注意的问题是:1. A、B 测量点的传感器一致性要很好;2. 安装位置应具有对应关系,

距离应比较近 ;3. 必要时应对曲线幅度作归一化处理。

[0086] 曲线交叉点计算方法的实现过程是这样的 :首先,分别处理传感器测量点 A 和 B 的采集数据,处理的主要内容是将数据的基础值(无车时的基准测量值)部分减掉。处理完毕之后,存储有关的数据结果。

[0087] 将上次处理后的测量点 A、B 的数据相减结果,与当前的相减结果进行比较,如果相减结果数据出现正负翻转,说明产生交叉点,即产生交叉点事件。存储出现此交叉点事件时的相减结果数据。

[0088] 以当前 A 传感器测量点数据为当前交叉点数据,同时取出上一个交叉点数据,当前交叉点数据 - 上一交叉点数据如果大于门限阈值,则根据当前的相减结果数据,按照人为规定的计轴方向加减的规定,对计轴数执行加 1 或减 1 操作。

[0089] 以上对本发明所提供的基于钢轨形变或应力参数的车辆计轴方法进行了详细的说明。对本领域的一般技术人员而言,在不背离本发明实质精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都将构成对本发明专利权的侵犯,将承担相应的法律责任。

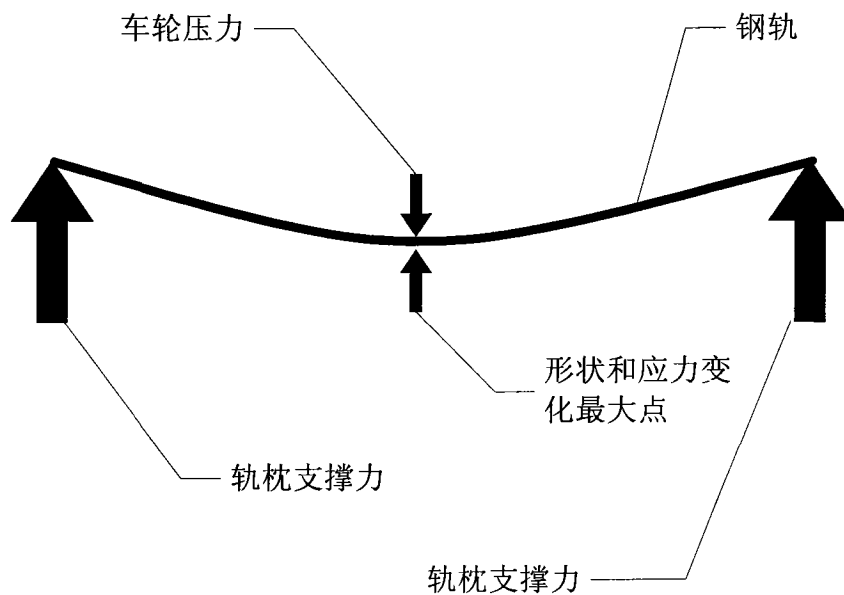


图 1

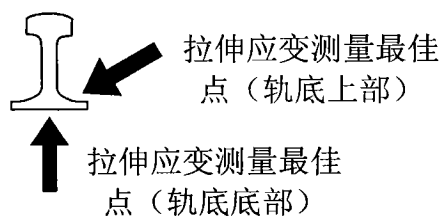


图 2

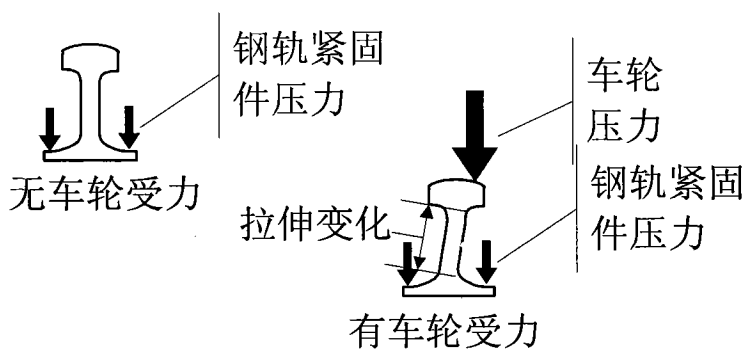


图 3

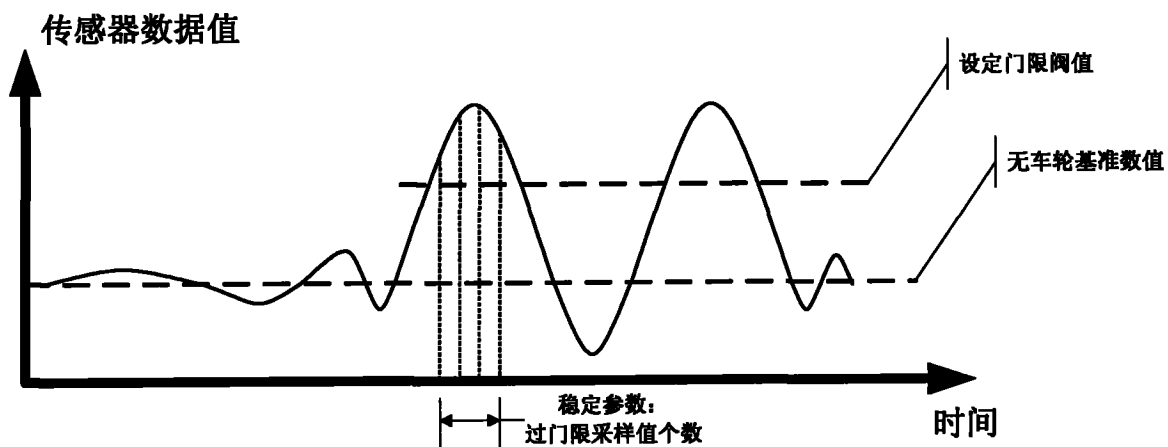


图 4

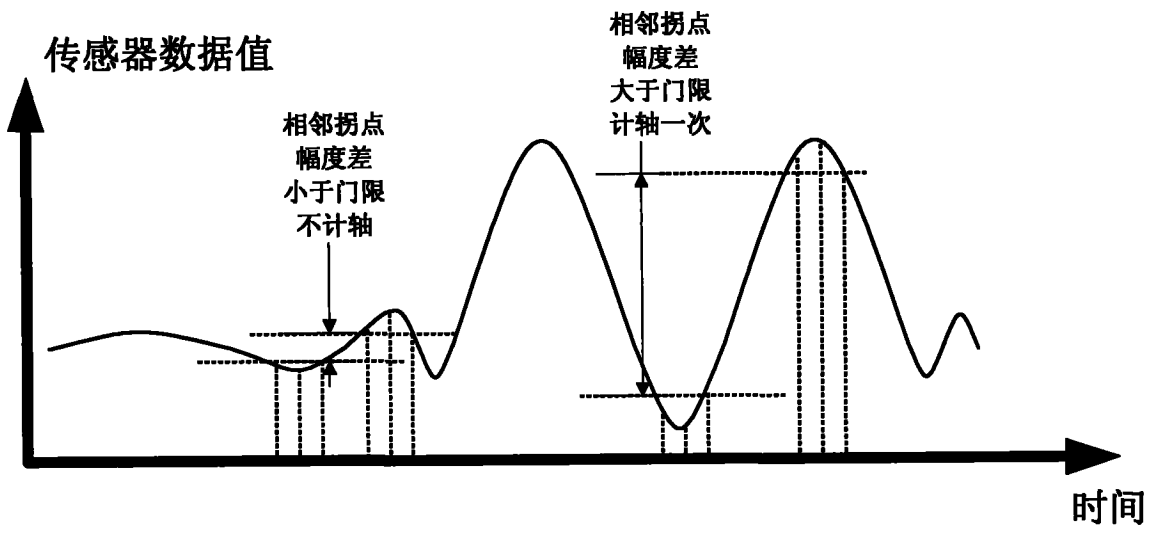


图 5

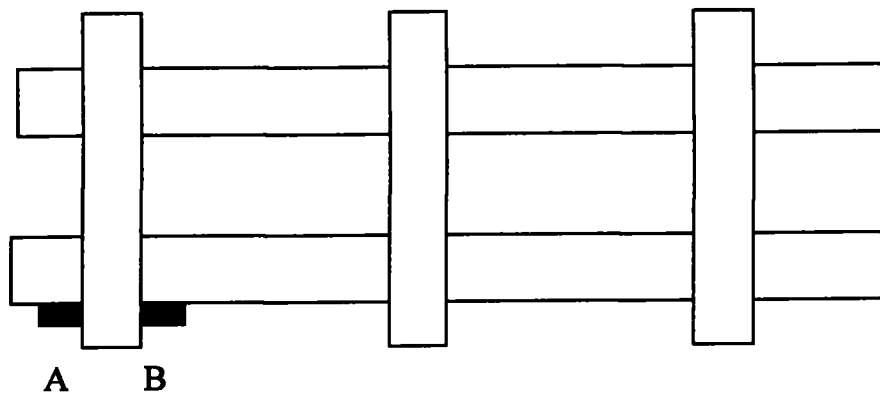


图 6

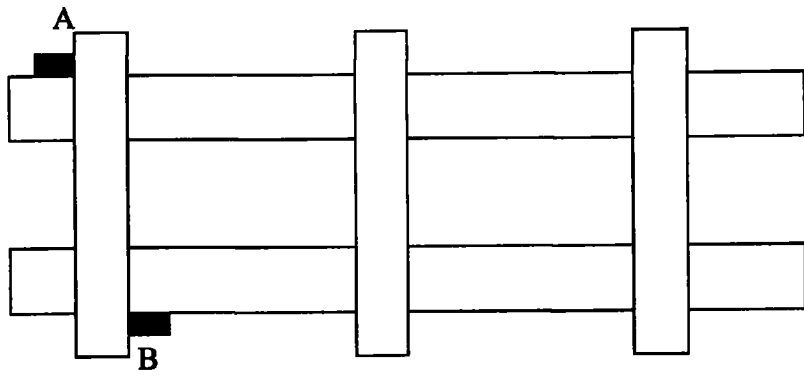


图 7

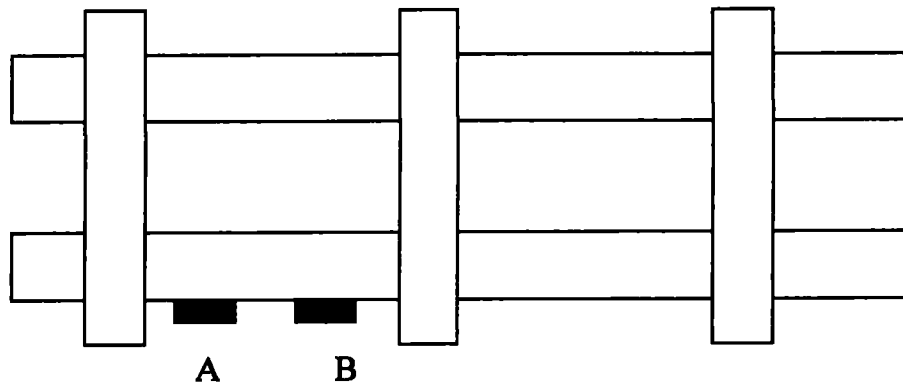


图 8

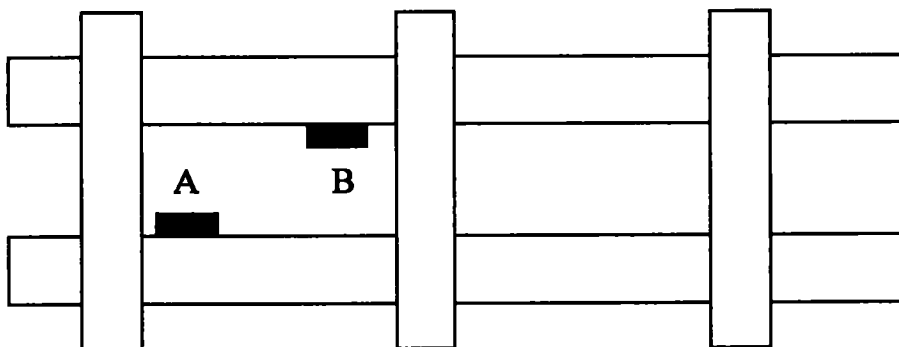


图 9

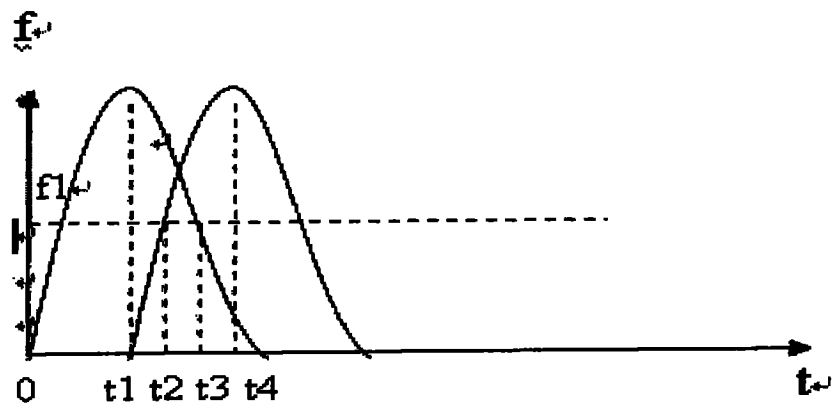


图 10

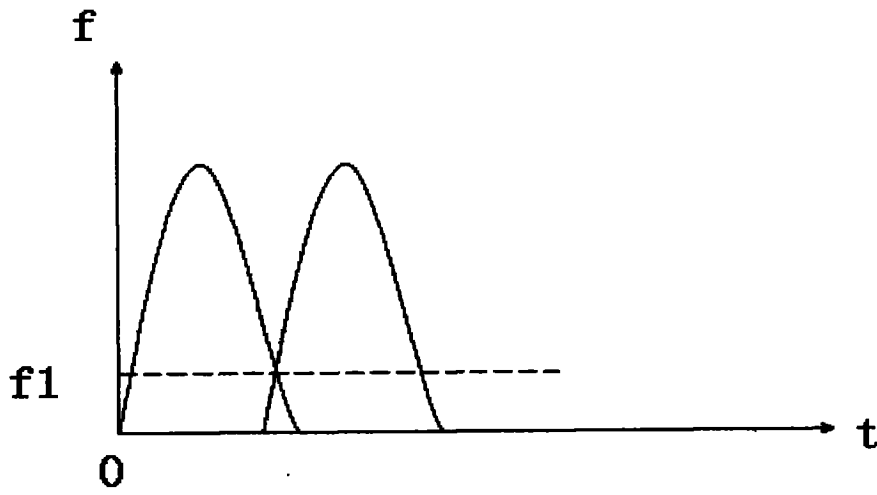


图 11

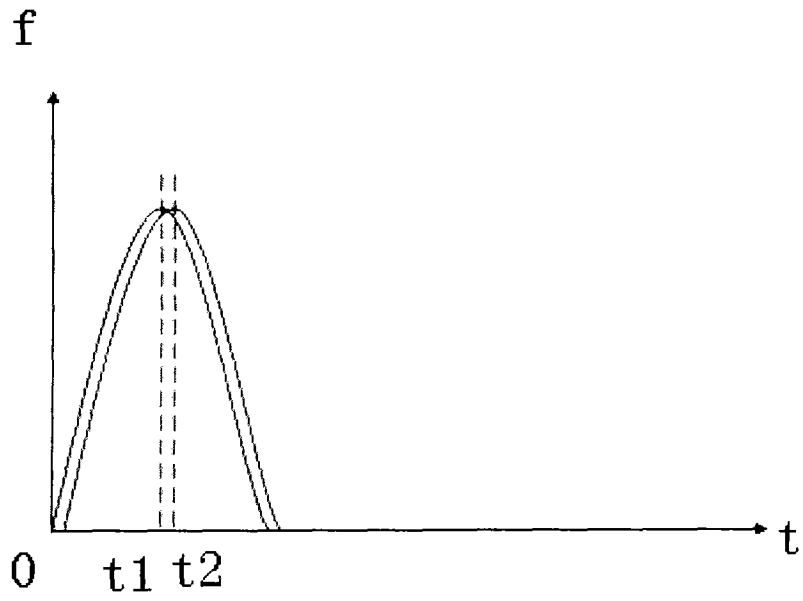


图 12

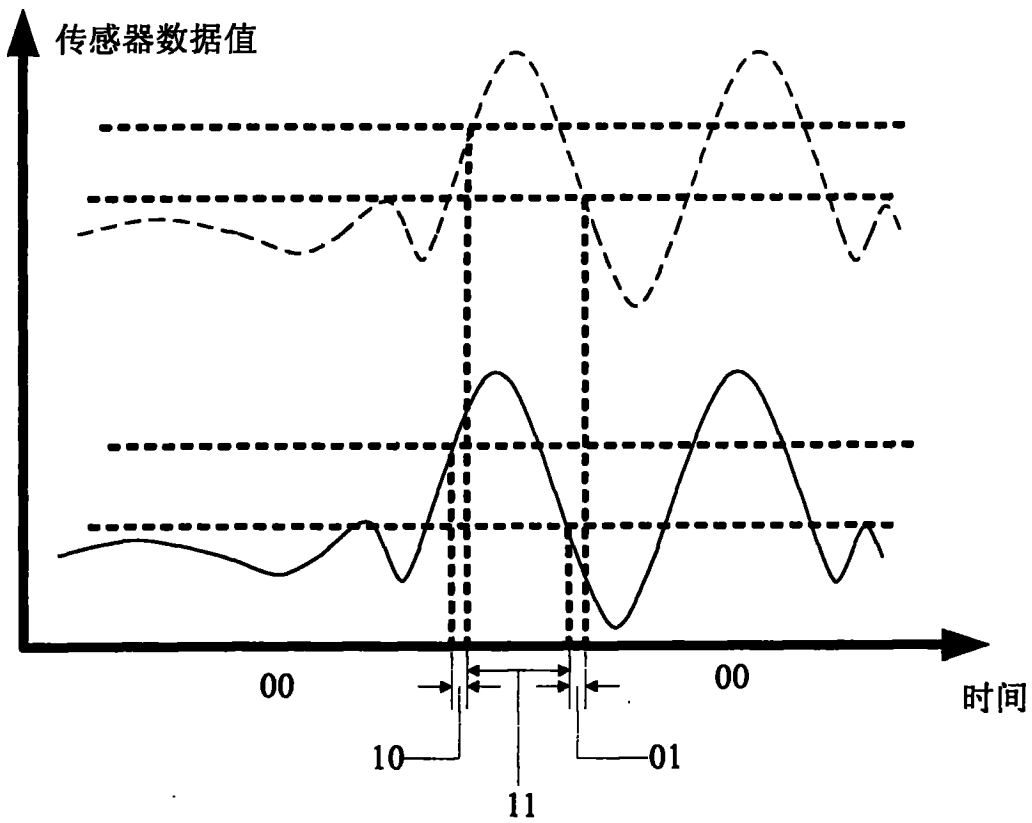


图 13

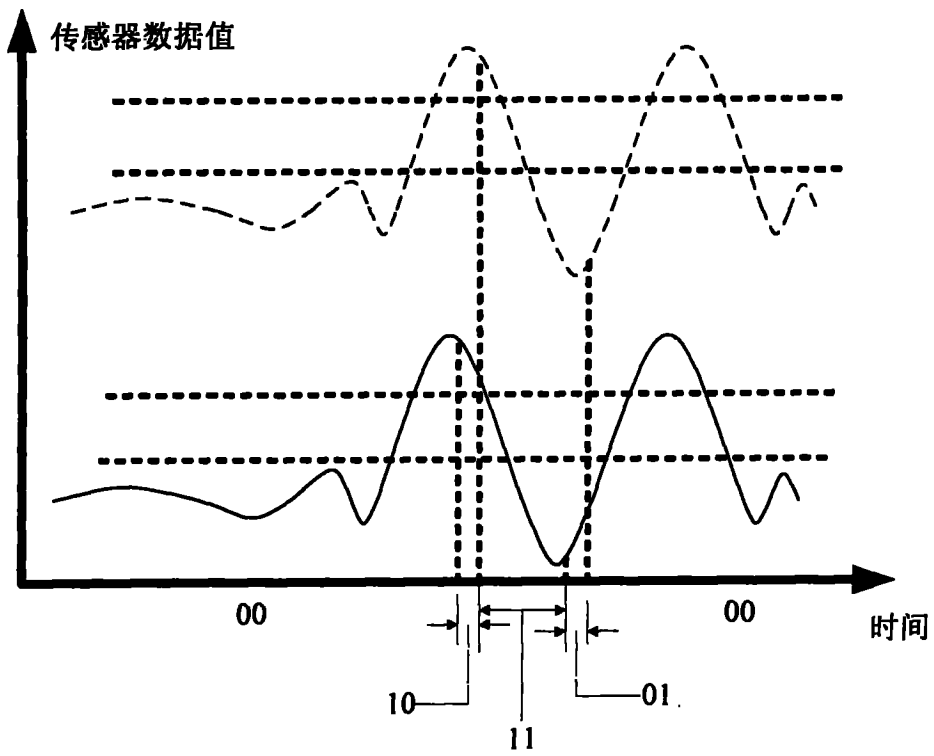


图 14

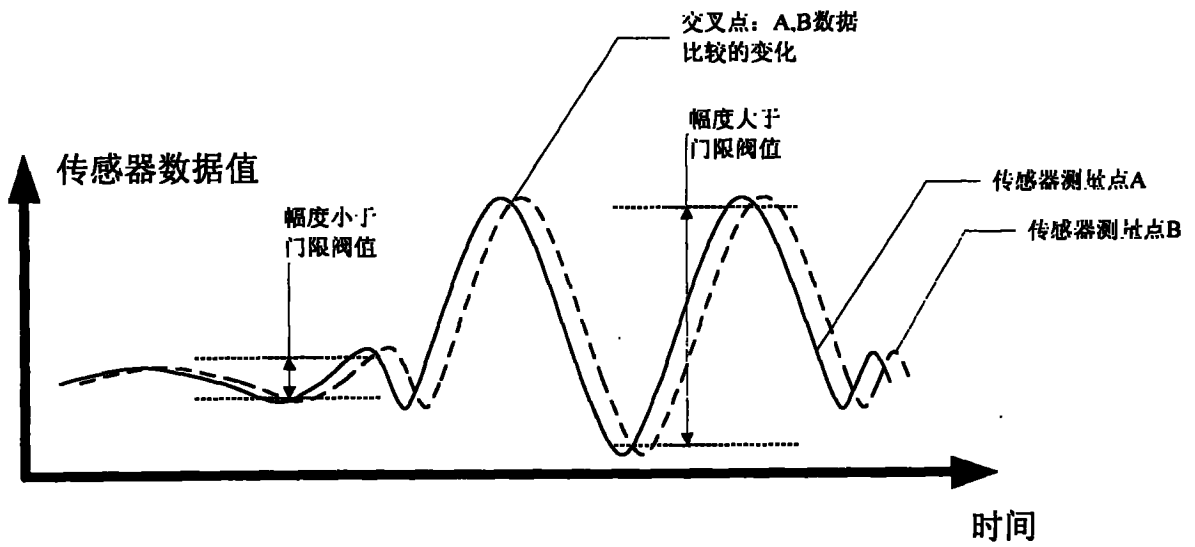


图 15