

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 27/82 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910028679.4

[43] 公开日 2009年6月17日

[11] 公开号 CN 101458227A

[22] 申请日 2009.1.9

[21] 申请号 200910028679.4

[71] 申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街29号

[72] 发明人 王平 田贵云 王海涛 赵敏
陈智军

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司
代理人 魏学成

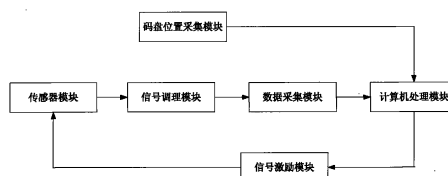
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

[54] 发明名称

一种脉冲漏磁铁轨检测系统及其检测方法

[57] 摘要

本发明公开了一种脉冲漏磁铁轨检测系统及其检测方法，属于铁轨无损检测领域。其结构包括：传感器模块、信号调理模块、数据采集模块、信号激励模块、计算机处理模块和码盘位置采集模块；本发明采用U型磁轭线圈对被测的铁轨施加磁场激励，会在被测铁轨以及线圈磁轭中产生磁力线分布，而在铁轨表面裂纹附近，磁力线的分布将由于裂纹的存在而发生变化，产生磁泄漏，由于采用脉冲激励技术对激励线圈施加频率可调的方波信号，使得磁泄漏情况适应于不同深度的裂纹。本发明对铁轨表面和浅表面裂纹进行非接触式的无损检测，设备结构简单，系统可靠性高。



1、一种脉冲漏磁铁轨检测系统，其特征在于：包括传感器模块、信号调理模块、数据采集模块、信号激励模块、计算机处理模块和码盘位置采集模块，其中：传感器模块的输出端连接信号调理模块的输入端，信号调理模块的输出端连接数据采集模块的输入端，数据采集模块和码盘位置采集模块的输出端均连接计算机处理模块的输入端，计算机处理模块的输出端连接信号激励模块的输入端，信号激励模块的输出端连接传感器模块的输入端。

2、根据权利要求1所述的一种脉冲漏磁铁轨检测系统，其特征在于：传感器模块包括激励线圈（1）、U型磁轭（2）、感应线圈（3）和二维传感器阵列（4），其中：U型磁轭（2）的两个U型臂下表面可与铁轨上表面吻合并留有一定间隙，激励线圈（1）缠绕于U型磁轭（2）的中间段，感应线圈（3）缠绕于U型磁轭（2）任意一个U型臂上，在U型磁轭（2）的中间段与铁轨表面之间的空间内，以U型磁轭（2）的中心线为参照安置二维传感器阵列（4），二维传感器阵列（4）靠近铁轨表面。

3、一种基于权利要求1所述的脉冲漏磁铁轨检测系统的检测方法，其特征在于包括如下步骤：

- a. 信号激励模块在计算机处理模块控制作用下产生激励信号，并经过放大处理后用于对传感器模块的激励线圈（1）进行激励；
- b. 被测铁轨存在的裂纹使得由U型磁轭（2）、铁轨及其间的缝隙组成的磁通回路的磁阻增加，感应线圈（3）检测与裂纹相对应的磁阻变化导致的响应信号；
- c. 在激励信号作用下，被测铁轨、U型磁轭（2）及其周围环境产生交变的磁力线分布；当被测铁轨表面存在裂纹时，裂纹周围产生磁力线泄露，二维传感器阵列（4）检测裂纹周围平行和垂直于铁轨的磁场分量分布的变化情况；
- d. 传感器模块中的二维传感器阵列（4）的输出信号和感应线圈（3）的响应信号经信号调理模块处理后，由数据采集模块进行采集并传输到计算机处理模块；
- e. 码盘位置采集模块实时采集整个检测系统的当前位置，并把位置信息传递给计算机处理模块来计算当前检测系统的移动速度；
- f. 计算机处理模块通过对二维传感器阵列（4）中各个传感器单元的输出信号和感应线圈（3）的响应信号进行分析、对当前检测系统移动速度的计算和对移动速度的补偿，最终对缺陷裂纹进行判断和定位。

一种脉冲漏磁铁轨检测系统及其检测方法

技术领域

本发明涉及一种铁轨检测系统，尤其涉及一种脉冲漏磁铁轨检测系统及其检测方法，属于铁轨无损检测领域。

背景技术

在我国铁路提速以前低速运行下铁轨的损伤情况主要以擦伤、麻点、鱼鳞状剥离为主，分布在表面，具有较大的概率在继续运行中被磨平，其损伤原因主要是表面挤压损伤。而在我国铁路提速并进入高速铁路发展阶段后，高速铁路运行情况下的损伤情况与低速铁路的损伤情况不同。高速铁路容易出现向深处发展的裂纹，通常不会造成表面剥离，但是最终形成断裂故障的概率则大大增加，裂纹原因通常是材料疲劳。此外，我国铁路情况复杂，相对国外高速铁路使用专用线路的情况，我国铁路除了高速列车之外，还有低速、重载的货车运行，这些因素，都增加了铁路轨道疲劳裂纹故障的发生概率。

如果在用于高速铁路的轨道形成裂纹初始情况下及时发现，并经过打磨改变轨道上的受力分布关系，能够降低裂纹产生的概率，延长使用寿命。因此对于铁路铁轨的裂纹进行在线的巡检，做到表面和浅表面裂纹初期发现是非常重要的。

常用的铁轨裂纹的无损检测方法通常有射线式、超声式和电磁式几种。其中，射线式由于检测设备不易制备、具有放射性操作较困难、不易实现在线检测等原因，很难用于轨道的在线检测应用；而通常的超声式由于需要耦合作用，难以实现非接触式测量，另外设备结构较复杂，使得在在线检测的高可靠性要求下难以胜任。

发明内容

本发明为实现对铁轨表面和浅表面裂纹进行非接触式无损检测而提出一种脉冲漏磁铁轨检测系统及其检测方法。

一种脉冲漏磁铁轨检测系统，其结构包括：传感器模块、信号调理模块、数据采集模块、信号激励模块、计算机处理模块和码盘位置采集模块，其中：传感器模块的输出端连接信号调理模块的输入端，信号调理模块的输出端连接数据采集模块的输入端，数据采集模块和码盘位置采集模块的输出端均连接计算机处理模块的输入端，计算机处理模块的输出端连接信号激励模块的输入端，信号激励模块的输出端连接传感器模块的输入端。

一种基于该脉冲漏磁铁轨检测系统的检测方法，包括如下步骤：

- a. 信号激励模块在计算机处理模块控制作用下产生激励信号，并经过放大处理后用于对传感器模块的激励线圈进行激励；
- b. 被测铁轨存在的裂纹使得由U型磁轭、铁轨及其间的缝隙组成的磁通回路的磁阻增加，感应线圈检测与裂纹相对应的磁阻变化导致的响应信号；
- c. 在激励信号作用下，被测铁轨、U型磁轭及其周围环境产生交变的磁力线分布；当被测铁轨表面存在裂纹时，裂纹周围产生磁力线泄露，二维传感器阵列检测裂纹周围平行和垂直于铁轨的磁场分量分布的变化情况；
- d. 传感器模块中的二维传感器阵列的输出信号和感应线圈的响应信号经信号调理模块处理后，由数据采集模块进行采集并传输到计算机处理模块；
- e. 码盘位置采集模块实时采集整个检测系统的当前位置，并把位置信息传递给计算机处理模块来计算当前检测系统的移动速度；
- f. 计算机处理模块通过对二维传感器阵列中各个传感器单元的输出信号和感应线圈的响应信

号进行分析、对当前检测系统移动速度的计算和对移动速度的补偿，最终对缺陷裂纹进行判断和定位。

本发明采用电磁式原理，用 U 型磁轭线圈对被测的铁轨施加磁场激励，会在被测铁轨以及线圈磁轭中产生磁力线分布，而在铁轨表面裂纹附近，磁力线的分布将由于裂纹的存在而发生变化，产生磁泄漏，由于采用脉冲激励技术对激励线圈施加频率可调的方波信号，使得磁泄漏情况适应于不同深度的裂纹。本发明实现了铁轨的在线检测，对铁轨表面和浅表面裂纹进行非接触式无损检测，设备结构简单，系统可靠性高。

附图说明

图 1 是本发明的结构模块框图。

图 2 是本发明中的传感器模块正视结构图。

图 3 是本发明中传感器模块中的二维传感器阵列结构示意图。

具体实施方式

如图 1 所示，一种脉冲漏磁铁轨检测系统，其结构包括：传感器模块、信号调理模块、数据采集模块、信号激励模块、计算机处理模块和码盘位置采集模块，其中：传感器模块的输出端连接信号调理模块的输入端，信号调理模块的输出端连接数据采集模块的输入端，数据采集模块和码盘位置采集模块的输出端均连接计算机处理模块的输入端，计算机处理模块的输出端连接信号激励模块的输入端，信号激励模块的输出端连接传感器模块的输入端。

如图 2 所示，该脉冲漏磁铁轨检测系统中的传感器模块，其结构包括：激励线圈 1、U 型磁轭 2、感应线圈 3 和二维传感器阵列 4，其中：由硅钢片构成的 U 型磁轭 2 的两个 U 型臂下表面可与铁轨上表面吻合并留有 2mm 间隙，激励线圈 1 采用 1000 匝缠绕于 U 型磁轭 2 的中间段，感应线圈 3 采用 400 匝缠绕于 U 型磁轭 2 任意一个 U 型臂上，在 U 型磁轭 2 的中间段与铁轨表面之间的空间内，以 U 型磁轭 2 的中心线为参照安置二维传感器阵列 4，二维传感器阵列 4 靠近铁轨表面。该传感器模块承载在铁轨小车上使其移动。

如图 3 所示是该脉冲漏磁铁轨检测系统中传感器模块中的二维传感器阵列，该阵列是由单个磁场传感器组合而成。单个磁场传感器选用霍尔型的 A1305 或巨磁阻型的 HMSS001A，其组合方式为垂直和平行于被测铁轨的传感器交替安装，一共 8 个与铁轨方向垂直的传感器和 8 个与铁轨方向平行的传感器，彼此间均间隔 10mm，共 16 个磁场传感器作为一组阵列，共有两组传感器阵列。

该检测系统中，信号调理模块由 32 路信号放大电路以及多路开关切换电路组成，主要对传感器模块中的二维传感器阵列 4 的输出信号和感应线圈 3 的响应信号进行滤波、去噪和放大，其中放大电路主芯片采用 AD620，多路开关切换电路主芯片采用 ADG506；数据采集模块采用凌华公司 DAQ2010 型号的数据采集卡，数据采集频率为 100K~1000MHz 可调；信号激励模块在计算机处理模块控制下产生 100Hz~1000Hz 可调范围的方波激励信号，并经过功率放大后产生幅值 150 伏的方波激励信号；码盘位置采集模块采用欧姆龙 E6B2-CWZ6C，解码电路主芯片采用 HCTL2020。

该脉冲漏磁铁轨检测系统的检测方法包括如下步骤：

- 信号激励模块在计算机处理模块控制作用下产生激励信号，并经过放大处理后用于对传感器模块的激励线圈 1 进行激励；
- 被测铁轨存在的裂纹使得由 U 型磁轭 2、铁轨及其间的缝隙组成的磁通回路的磁阻增加，感应线圈 3 检测与裂纹相对应的磁阻变化导致的响应信号；
- 在激励信号作用下，被测铁轨、U 型磁轭 2 及其周围环境产生交变的磁力线分布；当被测铁轨表面存在裂纹时，裂纹周围产生磁力线泄露，二维传感器阵列 4 检测裂纹周围平行和垂直于铁轨的磁场分量分布的变化情况；

-
- d. 传感器模块中的二维传感器阵列 4 的输出信号和感应线圈 3 的响应信号经信号调理模块处理后，由数据采集模块进行采集并传输到计算机处理模块；
 - e. 码盘位置采集模块实时采集整个检测系统的当前位置，并把位置信息传递给计算机处理模块来计算当前检测系统的移动速度；
 - f. 计算机处理模块通过对二维传感器阵列 4 中各个传感器单元的输出信号和感应线圈 3 的响应信号进行分析、对当前检测系统移动速度的计算和对移动速度的补偿，最终对缺陷裂纹进行判断和定位。

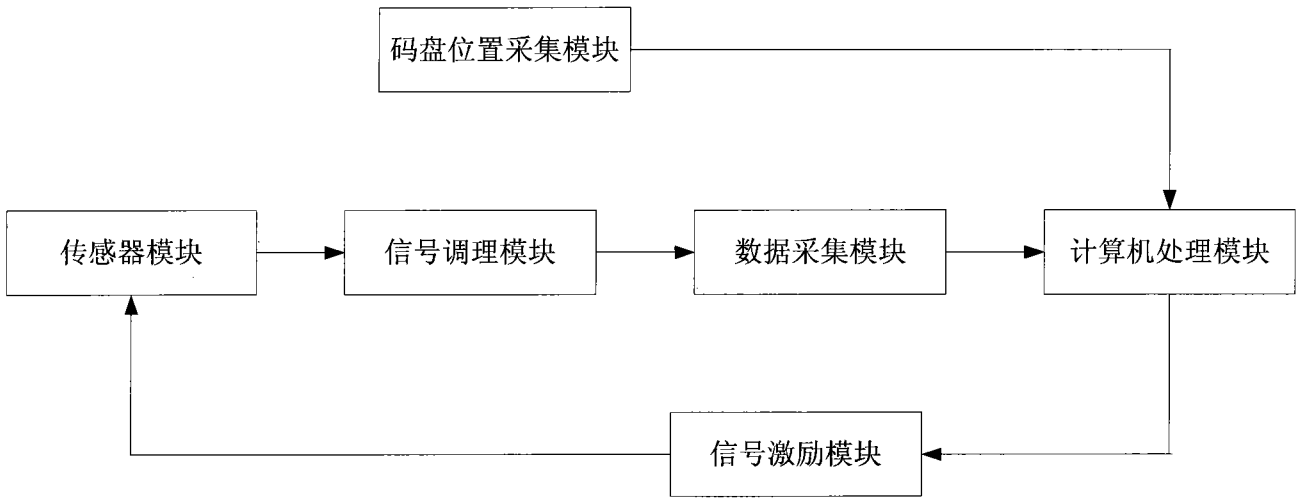


图 1

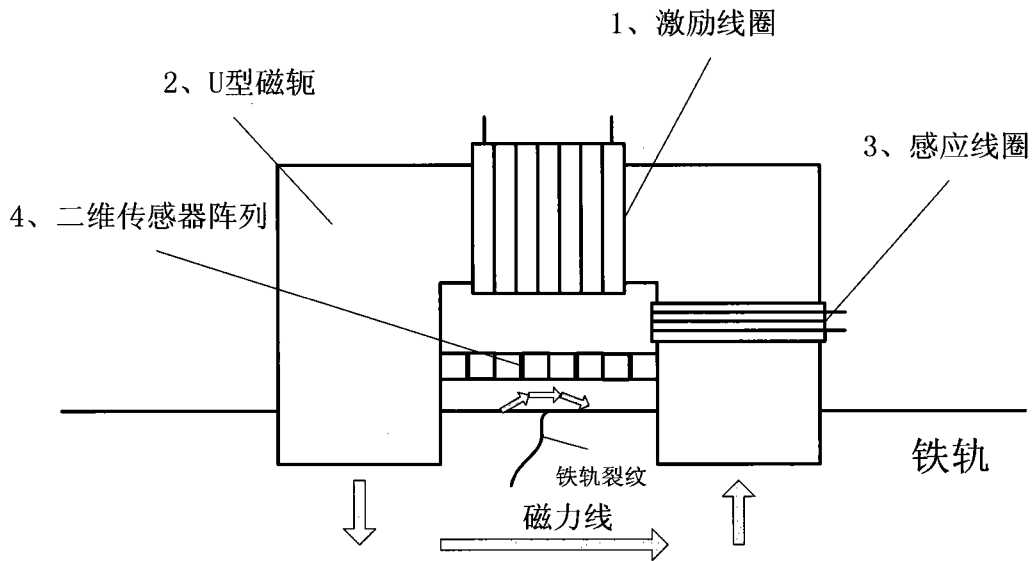


图 2



图 3