



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113353802 B

(45) 授权公告日 2022.09.16

(21) 申请号 202110534598.2

(22) 申请日 2021.05.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113353802 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(73) 专利权人 唐山不锈钢有限责任公司  
地址 063000 河北省唐山市古冶区唐家庄  
专利权人 唐山钢铁集团有限责任公司

(72) 发明人 张士慧 严小林 王梅玲 任建兴  
王志安 木林 赵征 姚旭亮  
张燕平

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所  
有限公司 13108  
专利代理师 赵幸

(51) Int.Cl.

B66C 13/16 (2006.01)

B66C 15/00 (2006.01)

B66C 15/06 (2006.01)

G01M 13/00 (2019.01)

G01M 13/045 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 108975163 A, 2018.12.11

CN 110482406 A, 2019.11.22

CN 105152024 A, 2015.12.16

CN 107215353 A, 2017.09.29

CN 104760892 A, 2015.07.08

JP H101052 A, 1998.01.06

US 3965733 A, 1976.06.29

CN 206172819 U, 2017.05.17

审查员 谭淇元

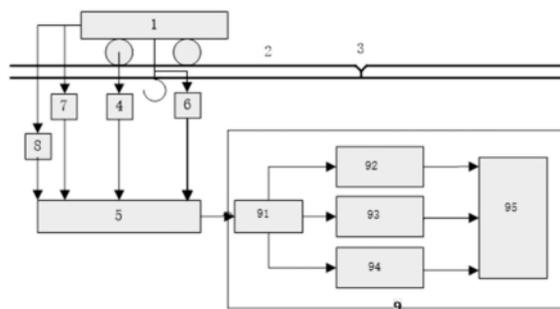
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

## (54) 发明名称

一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置及方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置及方法,属于炼钢自动化技术领域。本发明的技术方案是:天车车轮轴承箱振动变送器(4)安装在天车(1)车轮轴承的角箱上,输出信号连接至信号高速采集器(5);主起升重量采集器(6)、天车行走位置检测器(7)和天车行走一档运行信号采集器(8)的输入端分别与天车(1)连接,输出端与信号高速采集器(5)连接;信号高速采集器(5)与轨道劣化系统分析判定软件(9)连接。本发明的有益效果是,实现了对在线运行车轮的振动情况进行实时监测,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,有效避免天车事故的发生,为天车的良好运行提供有利帮助。



1. 一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,其特征在于包含以下步骤:

S1: 设定天车匀速运行: 天车工操作天车, 使用天车进入匀速运行状态;

S2-1: 辅助信号采集-天车运行位置: 在轨道外侧敷设一道编码电缆, 天车端梁处安装天车行走位置检测器, 当天车运行到某一位置时, 天车行走位置检测器识别电缆上格雷码, 可准确读取天车的具体位置;

S2-2: 辅助信号采集-采集吊运吨位: 在主起升系统定滑轮轴承座支撑处安装一个重量传感器, 通过二次测量仪表, 显示所吊运重物重量;

S2-3: 辅助信号采集-采集天车运行速度: 天车正处于匀速运行状态下, 由天车行走一档运行信号采集器采集运行信号;

S3-1: 轴承劣化模型选择, 天车运行过程中, 运行信号为1表示天车运行条件满足, 预先设定无接头和啃轨情况的平滑轨道位置范围, 当天车进入平滑轨道位置范围起点时, 主起升吊运吨位正常, 满足轴承劣化模型的条件, 信号高速采集器采集轴承振动信号, 直到天车行驶至平滑轨道位置范围终点;

S3-2: 轴承劣化模型分析, 首先选取工作1年左右大车车轮, 天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点, 主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 同时保持小车及起升保持停止动作状态下, 信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑, 经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后, 形成车轮轴承振动模型; 其次选取工作5年左右大车车轮, 天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点, 主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 同时保持小车及起升保持停止动作状态下, 信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑, 经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后, 形成车轮轴承振动老化模型;

S4-1: 轨道接头振动模型选择, 主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 当天车进入轨道接头位置, 信号高速采集器开始采集轴承振动信号, 直到天车行驶通过轨道接头位置;

S4-2: 轨道接头振动模型分析, 主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 同时保持小车及起升保持停止动作状态下, 天车从进入轨道接头位置前0.5米位置开始采集, 过轨道接头后进入平滑段约0.5米后结束采集, 高速采集器将采集到振动信号传输至电脑, 天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上信号进行分析, 计算接头宽度, 通过测量接头距离与标准及原始接头数据进行对比, 形成轨道接头劣化模型;

S5-1: 轨道啃轨模型选择, 天车在匀速情况下行驶, 进入存在车轮啃轨现象的平滑轨道, 主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 此时满足轨道啃轨模型的条件, 当天车进入车轮啃轨位置前, 信号高速采集器开始采集轴承振动信号, 直到天车行驶通过车轮啃轨位置;

S5-2: 轨道啃轨模型分析, 天主起升吊运吨位正常, 天车运行速度匀速, 同时保持小车及起升保持停止动作状态下, 天车从进入轨道啃轨位置前2-3米处开始采集, 过啃轨后进入平滑段约2-3米后结束采集, 信号高速采集器将采集到的振动信号传输至电脑, 天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上信号进行分析, 计算啃轨长度, 通过测量啃轨数据与标准及原始啃轨振动数据进行对比, 形成车轮啃轨模型;

S6: 根据三种模型分析判定的结果, 测量超标报警, 数据存储到报警记录模块。

2. 根据权利要求1所述的一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法, 其特征在于: 所述方法使用的装置包含天车(1)、天车轨道(2)、轨道接头(3)、天车车轮轴承箱振动变送器

(4)、信号高速采集器(5)、主起升重量采集器(6)、天车行走位置检测器(7)、天车行走一档运行信号采集器(8)和天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件(9),所述天车车轮轴承箱振动变送器(4)安装在天车(1)车轮轴承的角箱上,输出信号连接至信号高速采集器(5);主起升重量采集器(6)、天车行走位置检测器(7)和天车行走一档运行信号采集器(8)的输入端分别与天车(1)连接,输出端与信号高速采集器(5)连接;信号高速采集器(5)与轨道劣化系统分析判定软件(9)连接。

3. 根据权利要求2所述的一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,其特征在于:所述天车车轮轴承箱振动变送器(4)的振动采集频率为1000HZ。

4. 根据权利要求2所述的一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,其特征在于:所述主起升重量采集器(6)包含重量传感器和二次测量仪表,重量传感器由天车主起升系统定滑轮轴承座支撑,输出重量信号为0-1V;天车行走位置检测器(7)包含编码电缆和位置检测器,编码电缆敷设在天车轨道(2)外侧,位置检测器安装在天车端梁处,输出位置信号为0-1V;天车行走一档运行信号采集器(8)包括运行接触器,采集辅助触点,输出开关量信号。

5. 根据权利要求1所述的一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,其特征在于:所述信号高速采集器(5)型号为USB DAQ-580I,其非线性度 $\pm 0.00030\%$ FSR,四通道,采样速度:2.5sps - 30ksps。

6. 根据权利要求1所述的一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,其特征在于:所述天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件(9)为pyWhon语言编制软件,包含模型选择模块(91)、车轮轴承模型(92)、轨道接头模型(93)、车轮啃轨模型(94)和报警记录模块(95)。

## 一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置及方法,属于炼钢自动化领域。

### 背景技术

[0002] 不锈钢公司炼钢共有55部天车,分布在出坯跨、钢水跨、加料跨、渣跨等不同位置,起升吨位从10W-240W不等,天车使用年限较长,设备零部件老化,在运行过程中时常出现轴承坏死,车轮啃轨等设备隐患。设备维护人员在点检时,通常是利用听音棒进行声音辨别,操作过程存在危险性,且点检过程中无法量化。随着安全形势的严峻,天车运行外围安装了防护栏,点检人员无法利用听音棒进行操作。

### 发明内容

[0003] 本发明目的是提供一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置及方法,在天车车轮轴承的角箱上安装一个振动变送器,实现了对在线运行车轮的振动情况进行实时监测,通过对采集到的信号进行逻辑分析,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,以及车轮啃轨程度值,三种测量值与预设的标准值比较输出超标判定结果,而且每个测量值可与以往测量值结合形成变化趋势图,为设备维护提供相应的参考数据,有效避免天车事故的发生,为天车的良好运行提供有利帮助,有效地解决了背景技术中存在的上述问题。

[0004] 本发明的技术方案是:一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置,包含天车、天车轨道、轨道接头、天车车轮轴承箱振动变送器、信号高速采集器、主起升重量采集器、天车行走位置检测器、天车行走一档运行信号采集器和天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件,所述天车车轮轴承箱振动变送器安装在天车车轮轴承的角箱上,输出信号连接至信号高速采集器;主起升重量采集器、天车行走位置检测器和天车行走一档运行信号采集器的输入端分别与天车连接,输出端与信号高速采集器连接;信号高速采集器与轨道劣化系统分析判定软件连接。

[0005] 所述天车车轮轴承箱振动变送器的振动采集频率为1000HZ。

[0006] 所述主起升重量采集器包含重量传感器和二次测量仪表,重量传感器由天车主起升系统定滑轮轴承座支撑,输出重量信号为0-1V;天车行走位置检测器包含编码电缆和位置检测器,编码电缆敷设在天车轨道外侧,位置检测器安装在天车端梁处,输出位置信号为0-1V;天车行走一档运行信号采集器包括运行接触器,采集辅助触点,输出开关量信号。

[0007] 所述信号高速采集器型号为USB DAQ-580I,其非线性度 $\pm 0.00030\%$ FSR,四通道,采样速度:2.5sps - 30ksps。

[0008] 所述天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件为pyWhon语言编制软件,包含模型选择模块、车轮轴承模型、轨道接头模型、车轮啃轨模型和报警记录模块。

[0009] 一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,包含以下步骤:

[0010] S1: 设定天车匀速运行:天车工操作天车,使用天车进入匀速运行状态;

[0011] S2-1:辅助信号采集-天车运行位置:在轨道外侧敷设一道编码电缆,天车端梁处安装天车行走位置检测器,当天车运行到某一位置时,天车行走位置检测器识别电缆上格雷码,可准确读取天车的具体位置;

[0012] S2-2:辅助信号采集-采集吊运吨位:在主起升系统定滑轮轴承座支撑处安装一个重量传感器,通过二次测量仪表,显示所吊运重物重量;

[0013] S2-3:辅助信号采集-采集天车运行速度:天车正处于匀速运行状态下,由天车行走一挡运行信号采集器采集运行信号;

[0014] S3-1:轴承劣化模型选择,天车运行过程中,运行信号为1表示天车运行条件满足,预先设定无接头和啃轨情况的平滑轨道位置范围,当天车进入平滑轨道位置范围起点时,主起升吊运吨位正常,满足轴承劣化模型的条件,信号高速采集器采集轴承振动信号,直到天车行驶至平滑轨道位置范围终点;

[0015] S3-2:轴承劣化模型分析,首先选取工作1年左右大车车轮,天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动模型;其次选取工作5年左右大车车轮,天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动老化模型;

[0016] S4-1:轨道接头振动模型选择,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,当天车进入轨道接头位置,信号高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶通过轨道接头位置;

[0017] S4-2:轨道接头振动模型分析,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道接头位置前0.5米位置开始采集,过轨道接头后进入平滑段约0.5米后结束采集,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析,计算接头宽度,通过测量接头距离与标准及原始接头数据进行对比,形成轨道接头劣化模型;

[0018] S5-1:轨道啃轨模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入存在车轮啃轨现象的平滑轨道,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,此时满足轨道啃轨模型的条件,当天车进入车轮啃轨位置前,信号高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶通过车轮啃轨位置;

[0019] S5-2:轨道啃轨模型分析,天主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道啃轨位置前2-3米处开始采集,过啃轨后进入平滑段约2-3米后结束采集,信号高速采集器将采集到的振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析,计算啃轨长度,通过测量啃轨数据与标准及原始啃轨振动数据进行对比,形成车轮啃轨模型;

[0020] S6: 根据三种模型分析判定的结果,测量超标报警,数据存储到报警记录模块。

[0021] 本发明的有益效果是:在天车车轮轴承的角箱上安装一个振动变送器,实现了对在线运行车轮的振动情况进行实时监测,通过对采集到的信号进行逻辑分析,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,以及车轮啃轨程度值,三种测量值与预设的标准值

比较输出超标判定结果,而且每个测量值可与以往测量值结合形成变化趋势图,为设备维护提供相应的参考数据,有效避免天车事故的发生,为天车的良好运行提供有利帮助。

### 附图说明

[0022] 图1是本发明的结构示意图;

[0023] 图2是本发明天车车轮及轨道劣化自动判定流程图;

[0024] 图3是本发明实施例车轮轴承振动模型图;

[0025] 图4是本发明实施例车轮轴承振动老化模型图;

[0026] 图5是本发明实施例轨道接头劣化模型图;

[0027] 图6是本发明实施例车轮啃轨模型图;

[0028] 图中:天车1、天车轨道2、轨道接头3、天车车轮轴承箱振动变送器4、信号高速采集器5、主起升重量采集器6、天车行走位置检测器7、天车行走一档运行信号采集器8、天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件9、模型选择模块91、车轮轴承模型92、轨道接头模型93、车轮啃轨模型94、报警记录模块95。

### 具体实施方式

[0029] 为了使发明实施案例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合实施案例中的附图,对本发明实施案例中的技术方案进行清晰的、完整的描述,显然,所表述的实施案例是本发明一小部分实施案例,而不是全部的实施案例,基于本发明中的实施案例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施案例,都属于本发明保护范围。

[0030] 一种天车车轮及轨道劣化自动判定的装置,包含天车1、天车轨道2、轨道接头3、天车车轮轴承箱振动变送器4、信号高速采集器5、主起升重量采集器6、天车行走位置检测器7、天车行走一档运行信号采集器8和天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件9,所述天车车轮轴承箱振动变送器4安装在天车1车轮轴承的角箱上,输出信号连接至信号高速采集器5;主起升重量采集器6、天车行走位置检测器7和天车行走一档运行信号采集器8的输入端分别与天车1连接,输出端与信号高速采集器5连接;信号高速采集器5与轨道劣化系统分析判定软件9连接。

[0031] 所述天车车轮轴承箱振动变送器4的振动采集频率为1000HZ。

[0032] 所述主起升重量采集器6包含重量传感器和二次测量仪表,重量传感器由天车主起升系统定滑轮轴承座支撑,输出重量信号为0-1V;天车行走位置检测器7包含编码电缆和位置检测器,编码电缆敷设在天车轨道2外侧,位置检测器安装在天车端梁处,输出位置信号为0-1V;天车行走一档运行信号采集器8包括运行接触器,采集辅助触点,输出开关量信号。

[0033] 所述信号高速采集器5型号为USB DAQ-580I,其非线性度 $\pm 0.00030\%FSR$ ,四通道,采样速度:2.5sps - 30ksps。

[0034] 所述天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件9为pyWhon语言编制软件,包含模型选择模块91、车轮轴承模型92、轨道接头模型93、车轮啃轨模型94和报警记录模块95。

[0035] 一种天车车轮及轨道劣化自动判定的方法,包含以下步骤:

- [0036] S1:设定天车匀速运行:天车工操作天车,使用天车进入匀速运行状态;
- [0037] S2-1:辅助信号采集-天车运行位置:在轨道外侧敷设一道编码电缆,天车端梁处安装天车行走位置检测器,当天车运行到某一位置时,天车行走位置检测器识别电缆上格雷码,可准确读取天车的具体位置;
- [0038] S2-2:辅助信号采集-采集吊运吨位:在主起升系统定滑轮轴承座支撑处安装一个重量传感器,通过二次测量仪表,显示所吊运重物重量;
- [0039] S2-3:辅助信号采集-采集天车运行速度:天车正处于匀速运行状态下,由天车行走一挡运行信号采集器采集运行信号;
- [0040] S3-1:轴承劣化模型选择,天车运行过程中,运行信号为1表示天车运行条件满足,预先设定无接头和啃轨情况的平滑轨道位置范围,当天车进入平滑轨道位置范围起点时,主起升吊运吨位正常,满足轴承劣化模型的条件,信号高速采集器采集轴承振动信号,直到天车行驶至平滑轨道位置范围终点;
- [0041] S3-2:轴承劣化模型分析,首先选取工作1年左右大车车轮,天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动模型;其次选取工作5年左右大车车轮,天车由平滑轨道位置范围起点行驶至终点,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,信号高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动老化模型;
- [0042] S4-1:轨道接头振动模型选择,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,当天车进入轨道接头位置,信号高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶通过轨道接头位置;
- [0043] S4-2:轨道接头振动模型分析,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道接头位置前0.5米位置开始采集,过轨道接头后进入平滑段约0.5米后结束采集,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析,计算接头宽度,通过测量接头距离与标准及原始接头数据进行对比,形成轨道接头劣化模型;
- [0044] S5-1:轨道啃轨模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入存在车轮啃轨现象的平滑轨道,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,此时满足轨道啃轨模型的条件,当天车进入车轮啃轨位置前,信号高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶通过车轮啃轨位置;
- [0045] S5-2:轨道啃轨模型分析,主起升吊运吨位正常,天车运行速度匀速,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道啃轨位置前2-3米处开始采集,过啃轨后进入平滑段约2-3米后结束采集,信号高速采集器将采集到的振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析,计算啃轨长度,通过测量啃轨数据与标准及原始啃轨振动数据进行对比,形成车轮啃轨模型;
- [0046] S6: 根据三种模型分析判定的结果,测量超标报警,数据存储到报警记录模块。
- [0047] 在实际应用中,天车车轮轴承箱振动变送器安装于天车车轮的轴承角箱上,在车轮的运行过程中用于采集车轮的振动速度,振动采集频率1000HZ。主起升重量采集器、天车

行走位置检测器和天车行走一档运行信号采集器为辅助信号采集,用来采集天车吊运吨位、天车运行位置和天车运行速度等信号,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件通过信号高速采集器接收天车车轮轴承箱振动速度、主起升重量、天车行走位置以及天车行走一档运行速度四个信号,由信号高速采集器的USB口传入电脑,电脑软件对这些数据进行逻辑分析计算,综合判断后选择相应的车轮轴承模型,轨道接头模型或车轮啃轨模型,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,以及车轮啃轨程度值。三种测量值与预设的标准值比较输出超标判定结果,而且每个测量值可与以往测量值结合形成变化趋势图,为设备维护提供相应的参考数据,有效避免天车事故的发生,为天车的良好运行提供有利帮助。

[0048] 天车车轮及轨道劣化自动判定流程如下:

[0049] S1:设定天车匀速运行:天车工操作天车,使用天车进入匀速运行状态,如选定大车运行速度为一档,以0.4m/s的速度匀速行驶。

[0050] S2-1:辅助信号采集-天车运行位置:由天车行走位置检测器负责采集,炼钢的天车定位采用的编码电缆定位,最高精度可实现5mm的精准定位,在轨道外侧敷设一道编码电缆,天车端梁处安装位置检测器,当天车运行到某一位置时,位置检测器识别电缆上格雷码,可准确读取天车的具体位置X。

[0051] S2-2:辅助信号采集-采集吊运吨位:由主起升重量采集器采集,在主起升系统定滑轮轴承座支撑处安装一个重量传感器,通过二次测量仪表,显示所吊运重物重量W,预设重物重量在W1到W2之间满足测试条件。

[0052] S2-3:辅助信号采集-采集天车运行速度:由天车行走一档运行信号采集器采集,此时天车正处于匀速运行状态下,采集运行信号V,V在0.39m/s到0.41m/s内满足匀速运行条件。

[0053] S3-1:轴承劣化模型选择,天车运行过程中,运行信号V为1表示天车运行条件满足,预先设定平滑轨道(无接头、啃轨情况)位置范围为X1到X2,当天车进入平直轨道X1位置,主起升吊运吨位为W( $W_1 < W < W_2$ ),此时满足轴承劣化模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道X2位置。

[0054] S3-2:轴承劣化模型分析,首先选取工作1年左右大车车轮,天车由轨道X1位置行驶至X2位置,主起升吊运吨位为W( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度匀速V( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),同时保持小车及起升保持停止动作状态下,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动模型。

[0055] 其次选取工作5年左右大车车轮,天车由轨道X1位置行驶至X2位置,主起升吊运吨位为W( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度为V( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),同时保持小车及起升保持停止动作状态下,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,形成车轮轴承振动老化模型。

[0056] S4-1:轨道接头振动模型选择,天车在匀速情况下行驶,轨道(无啃轨)X3到X4位置内有一处轨道接头,当天车进入轨道X3位置,主起升吊运吨位为W( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度V( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),此时满足轨道接头振动模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道X4位置。

[0057] S4-2:轨道接头振动模型分析,天车匀速行驶,主起升吊运吨位为W( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度V( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进

入轨道接头位置前0.5米位置开始采集,过接头后进入平滑段约0.5米后结束采集,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析:

[0058] 当振动值A(mm/s)平均值(下图1.125 mm/s)超过 $A_0=0.536$  (mm/s)

[0059] 处于接口模型趋势下取两端时间T1及T2数值,天车运行速度 $V=0.4$  (m/s) 乘以  $\Delta T$  计算接头间距:

[0060]  $\Delta T_1 = T_2 - T_1 = 0.55 - 0.45 = 0.1$  (s)

[0061]  $\Delta X_1 = \Delta T_1 \times V = 0.1$  (s)  $\times 0.4$  (m/s) = 0.04mm

[0062] 计算结果接头宽度为0.04mm,通过测量接头距离与标准及原始接头数据进行对比,形成轨道接头劣化模型。

[0063] S5-1:轨道啃轨模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入平滑轨道(无接头)X5到X6,此段轨道内存在车轮啃轨现象,当天车进入轨道X1位置,主起升吊运吨位为W ( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度为V ( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),此时满足轨道啃轨模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道X6位置。

[0064] S5-2:轨道啃轨模型分析,天车匀速行驶,主起升吊运吨位为W ( $W_1 < W < W_2$ ),天车运行速度为V ( $0.39\text{m/s} < V < 0.41\text{m/s}$ ),同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道啃轨位置前2-3米处开始采集,过啃轨后进入平滑段约2-3米后结束采集,高速采集器将采集到的振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析:

[0065] 当振动值A(mm/s)(下图2.778 mm/s)超过 $A_0=0.536$  (mm/s),处于啃轨模型趋势下取两端时间T3及T4数值,用天车运行速度 $V=0.4$  (m/s) 乘以  $\Delta T_2$  计算啃轨间距:

[0066]  $\Delta T_2 = T_4 - T_3 = 11.5 - 3.8 = 7.7$  (s)

[0067]  $\Delta X_2 = \Delta T_2 \times V = 7.7$  (s)  $\times 0.4$  (m/s) = 3.08m

[0068] 计算结果啃轨长度3.08m,通过测量啃轨数据与标准及原始啃轨振动数据进行对比,形成车轮啃轨模型。

[0069] S6: 根据三种模型分析判定的结果,测量超标报警,数据存储到报警记录模块。

[0070] 实施例:

[0071] 振动变送器型号为CYQ-9250-5-S1-C-L3,该设备灵敏度50mV/mm/s/ $\pm 5\%$ ;频率响应5-1000Hz,测量范围0-200 $\mu\text{m}$ 。安装于天车车轮的轴承角箱上,在车轮的运行过程中用于采集车轮的振动速度。

[0072] 主起升重量采集器、天车行走位置检测器、天车行走一档运行信号采集器为辅助信号采集,用来采集天车吊运吨位、天车运行位置、天车运行速度等信号。

[0073] 高速采集器具体参数为USB DAQ-580I24 位AD 数据采集设备,非线性度 $\pm 0.00030\%$ FSR ;四通道;电压测量范围: $\pm 1.25\text{V}$ ;采样速度:2.5sps- 30ksps,USB2.0全速。高速采集器采集天车车轮轴承箱振动信号、主起升重量信号、天车行走位置信号以及天车行走一档运行速度四个信号,并将信号传输到天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件。

[0074] 天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件是采用Python语言编制软件,通过信号高速采集器接收天车车轮轴承箱振动变送器、主起升重量采集器、天车行走位置检测器、天车行走一档运行信号采集器采集的四个信号,由高速采集器的USB口传入电脑,电脑软件对这

些数据进行逻辑分析计算,综合判断后选择相应的车轮轴承模型、轨道接头模型、车轮啃轨模型,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,以及车轮啃轨程度值。三种测量值与预设的标准值比较输出超标判定结果,而且每个测量值可与以往测量值结合形成变化趋势图,为设备维护提供相应的参考数据。

[0075] 其主要流程如下:

[0076] S1:设定天车匀速运行:天车工操作天车,使用天车进入匀速运行状态,本次实施案例选定大车运行速度为一档,以0.4m/s的速度匀速行驶,天车吊物160吨铁水包。

[0077] S2-1:辅助信号采集-天车运行位置:可由所述权利中天车行走位置检测器负责采集,炼钢的天车定位采用的编码电缆定位,最高精度可实现5mm的精准定位,在轨道外侧敷一道编码电缆,天车端梁处安装位置检测器,当天车运行到某一位置时,位置检测器识别电缆上格雷码,可准确读取天车的具体位置X。

[0078] S2-2:辅助信号采集-采集吊运吨位:采集吊运吨位,可由所述权利中主起升重量采集器采集,在主起升系统定滑轮轴承座支撑处安装一个重量传感器,通过二次测量仪表,显示所吊运重物重量160W。

[0079] S2-3:测试准备工作三,采集天车运行速度,可由所述权利中天车行走一档运行信号采集器采集,此时天车正处于匀速运行状态下,由运行接触器控制开关信号,可采集到天车一档的运行速度 $V=0.4\text{m/s}$ 。

[0080] S3-1:轴承劣化模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入平滑轨道(无接口、啃轨情况) $X1=100\text{米}$ 到 $X2=120\text{米}$ ,当天车进入平直轨道 $X1$ 位置,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,此时满足轴承劣化模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道 $X2$ 位置。

[0081] S3-2:轴承劣化模型分析,首先选取工作1年左右大车车轮,轴承型号为22334CC/W33,170×360×120,天车由轨道 $X1$ 位置行驶至 $X2$ 位置,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,得到车轮轴承振动值0.536mm/s,如图3。

[0082] 其次选取工作5年左右大车车轮,轴承型号为22334CC/W33,170×360×120,天车由轨道 $X1$ 位置行驶至 $X2$ 位置,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,经过天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件分析后,得到车轮轴承老化振动值1.778mm/s,如图4。

[0083] S4-1:轨道接头振动模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入平滑轨道(无啃轨) $X3=140\text{米}$ 到 $X4=141\text{米}$ ,此段轨道内有一处接头,当天车进入轨道 $X3$ 位置,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,此时满足轨道接头振动模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道 $X4$ 位置。

[0084] S4-2:轨道接头振动模型分析,天车匀速行驶,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道接头位置前0.5米位置开始采集,过接头后进入平滑段约0.5米后结束采集,高速采集器将采集到振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析:

[0085] 当振动值A(mm/s)平均值(下图1.125 mm/s)超过 $A0=0.536\text{(mm/s)}$ 处于接口模型趋

势下取两端时间T1及T2数值,天车运行速度 $V=0.4$  (m/s) 乘以  $\Delta T1$  计算接头间距:

$$[0086] \quad \Delta T1 = T2 - T1 = 0.55 - 0.45 = 0.1 \text{ (s)}$$

$$[0087] \quad \Delta X1 = \Delta T1 \times V = 0.1 \text{ (s)} \times 0.4 \text{ (m/s)} = 0.04\text{mm}$$

[0088] 计算结果接头宽度为0.04mm,通过测量接头距离与标准及原始接头数据进行对比,形成轨道接头劣化模型,如图5。

[0089] S5-1:轨道啃轨模型选择,天车在匀速情况下行驶,进入平滑轨道(无接头) $X5=180$ 米到 $X6=220$ 米,此段轨道内存在车轮啃轨现象,当天车进入轨道 $X5$ 位置,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,此时满足轨道啃轨模型的条件,高速采集器开始采集轴承振动信号,直到天车行驶至轨道 $X6$ 位置。

[0090] S5-2:轨道啃轨模型分析,天车匀速行驶,主起升吊运吨位为160W,天车运行速度为0.4m/s,同时保持小车及起升保持停止动作状态下,天车从进入轨道啃轨位置前2-3米处开始采集,过啃轨后进入平滑段约2-3米后结束采集,高速采集器将采集到的振动信号传输至电脑,天车车轮及轨道劣化系统分析判定软件对以上数据进行分析:

[0091] 当振动值 $A$  (mm/s) (下图2.778 mm/s) 超过 $A0=0.536$  (mm/s),处于啃轨模型趋势下取两端时间 $T3$ 及 $T4$ 数值,用天车运行速度 $V=0.4$  (m/s) 乘以  $\Delta T2$  计算接头间距:

$$[0092] \quad \Delta T2 = T4 - T3 = 11.5 - 3.8 = 7.7 \text{ (s)}$$

$$[0093] \quad \Delta X2 = \Delta T2 \times V = 7.7 \text{ (s)} \times 0.4 \text{ (m/s)} = 3.08\text{m}$$

[0094] 计算结果啃轨长度3.08m,通过测量啃轨数据与标准及原始啃轨振动数据进行对比,形成车轮啃轨模型,如图6。

[0095] 本方明实现了对在线运行车轮的振动情况进行实时监测,通过对采集到的信号进行逻辑分析,量化得出车轮轴承劣化振动值,轨道接头的劣化值,以及车轮啃轨程度值,三种测量值与预设的标准值比较输出超标判定结果,而且每个测量值可与以往测量值结合形成变化趋势图,为设备维护提供相应的参考数据,有效避免天车事故的发生,为天车的良好运行提供有利帮助。

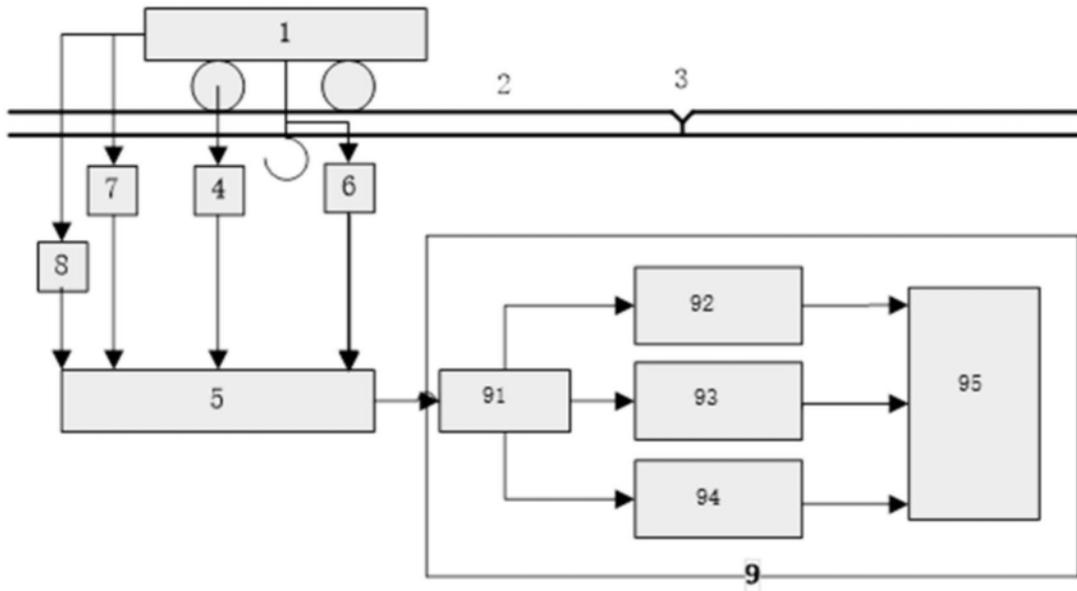


图1

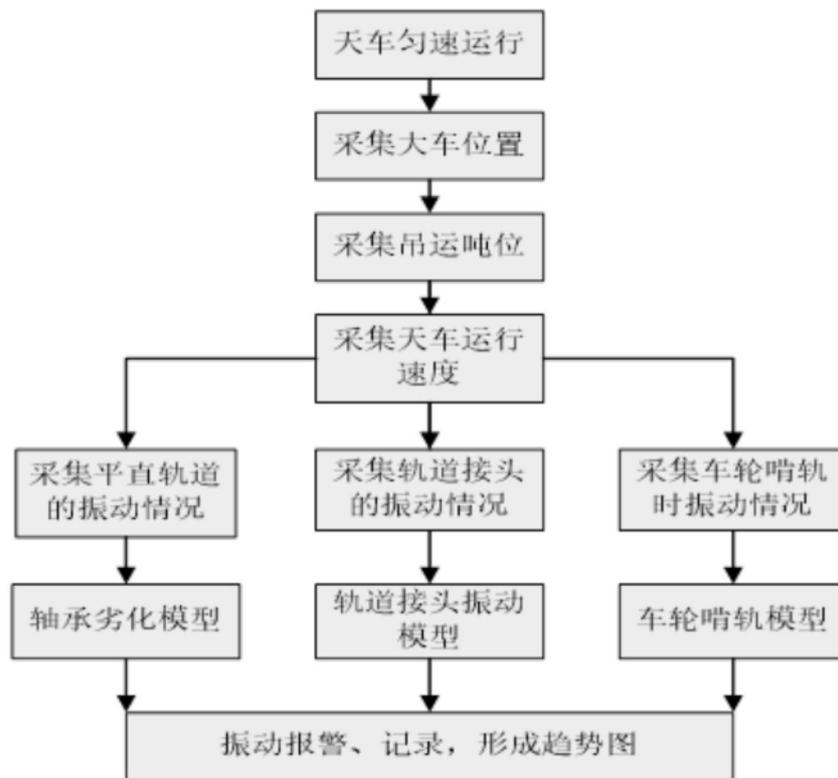


图2

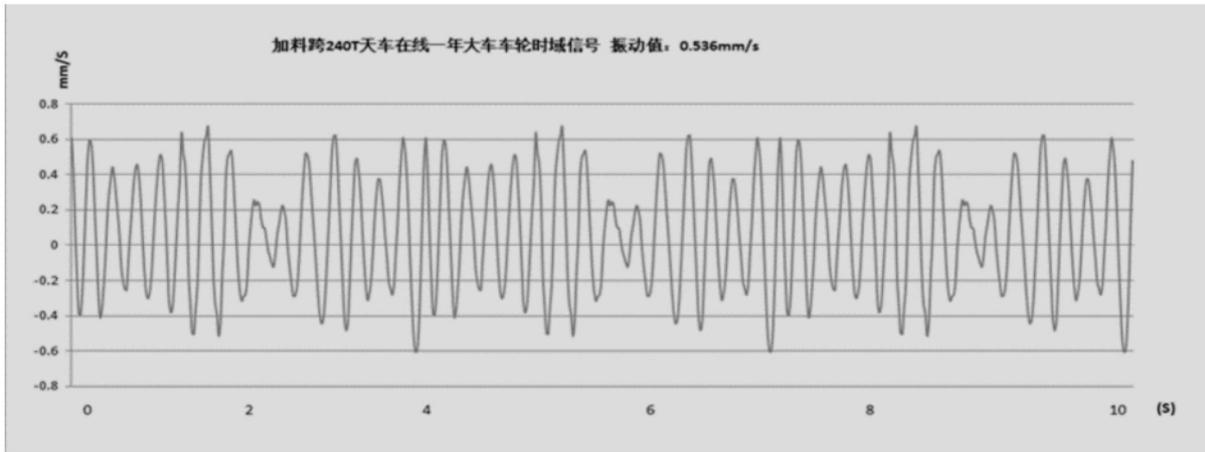


图3

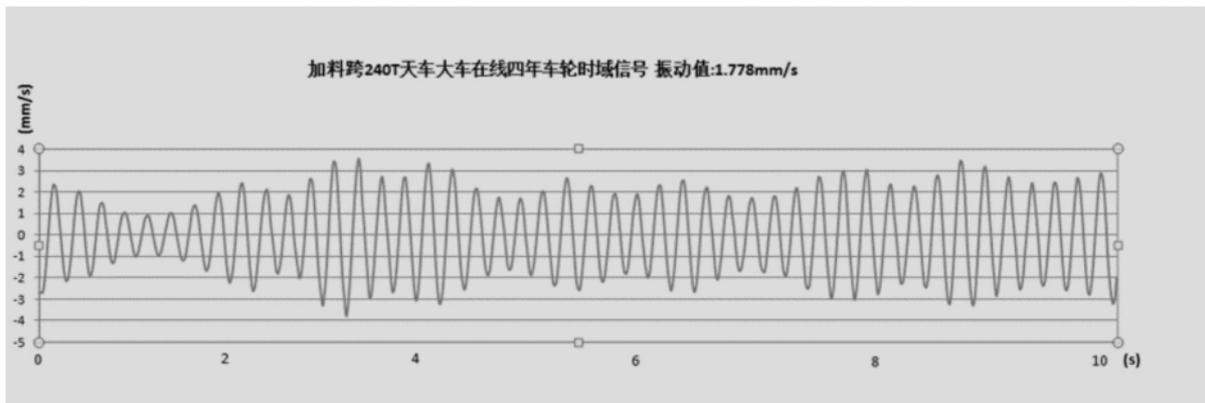


图4

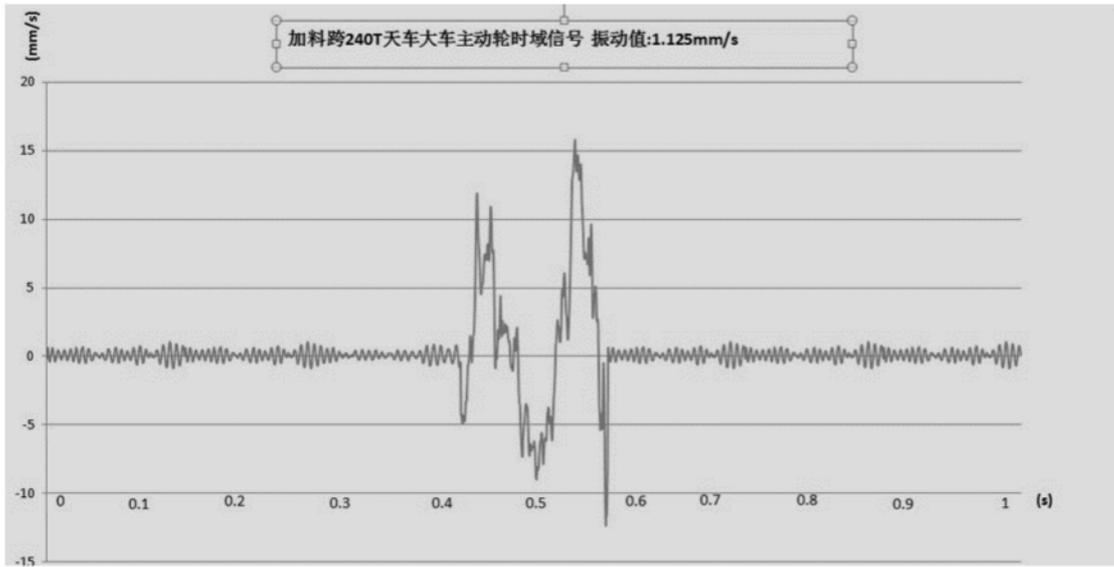


图5

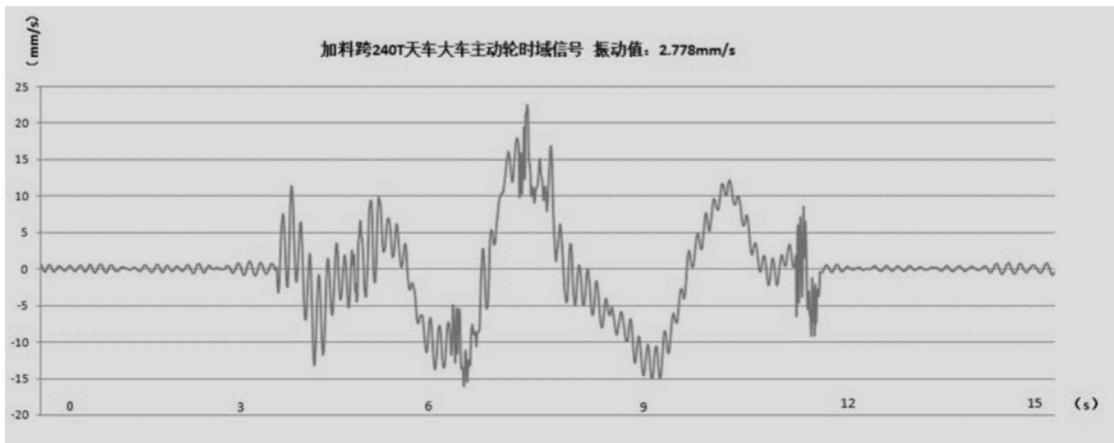


图6