



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110963385 B

(45) 授权公告日 2021.09.10

(21) 申请号 201911378256.5

B66B 5/02 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.27

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110963385 A

- JP 5383375 B2, 2014.01.08
- JP 2014043291 A, 2014.03.13
- JP 4849397 B2, 2012.01.11
- CN 110167861 A, 2019.08.23
- CN 101456507 A, 2009.06.17
- CN 1663900 A, 2005.09.07
- JP 2000255928 A, 2000.09.19
- JP 4836564 B2, 2011.12.14
- JP 5079351 B2, 2012.11.21

(43) 申请公布日 2020.04.07

(73) 专利权人 长沙慧联智能科技有限公司
地址 410205 湖南省长沙市高新开发区旺
龙路56号1栋工业用房(软件生产楼)
101三楼

审查员 邢大伟

(72) 发明人 李迅 罗万

(74) 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通
合伙) 43008
代理人 周长清 胡君

(51) Int. Cl.

B66B 5/00 (2006.01)

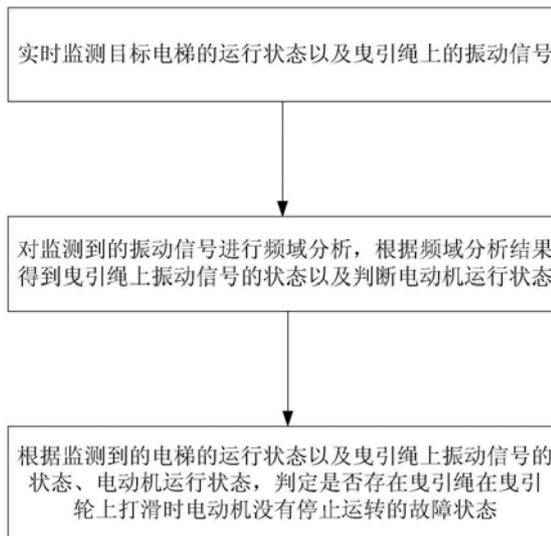
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置

(57) 摘要

本发明公开一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置,该方法步骤包括:S1.实时监测目标电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;S2.对监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;S3.根据监测到的电梯的运行状态以及曳引绳上振动信号的状态、电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。本发明具有实现方法简单、成本低、能够实现曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转故障状态的智能监控,且监测效率及精度高等优点。



1. 一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,步骤包括:

S1. 数据监测:实时监测目标电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

S2. 数据分析:对步骤S1监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;

S3. 故障状态判定:根据监测到的所述电梯的运行状态以及所述曳引绳上振动信号的状态、所述电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态;

所述步骤S2中,通过根据所述频域分析结果判断曳引绳上是否叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动以判断电动机的运行状态,具体步骤为:对所述曳引绳上的振动信号中垂直方向信号进行频域分析,得到多个频率分量,将各个频率分量分别与电动机脉冲频率、曳引轮回转频率进行比较,若存在频率分量与所述电动机脉冲频率和/或所述曳引轮回转频率相差在指定范围内,则判定曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动,以及判定电动机处于正在运行状态,所述电动机脉冲频率为电动机运转时对应的脉冲频率。

2. 根据权利要求1所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,所述步骤S1中,具体监测轿厢的加速度数据以确定电梯的运行状态,以及分别监测从曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、从曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号。

3. 根据权利要求1或2所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,所述步骤S3中,如果判断到满足电梯的运行速度及位移趋于0的第一特征,以及满足曳引机到轿厢的第一曳引绳段上和/或曳引机到对重的第二曳引绳段上的水平振动信号超过预设阈值的第二特征,以及满足判断到电动机处于正在运行状态的第三特征,且所述第一特征、第二特征、第三特征的持续时间超过预设阈值,则判定当前处于曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态;所述第三特征具体为满足曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动。

4. 根据权利要求1或2所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,所述步骤S3后还包括故障定位步骤,具体步骤为:分别根据曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、曳引机到对重的第二曳引绳上的水平振动信号判断所述第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态,根据判断结果判定当前所述曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对重被障碍物阻挡所导致。

5. 根据权利要求4所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,所述判断所述第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态的步骤包括:判断所述第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率是否大于所述第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率,和/或所述第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅是否小于所述第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅,如果是则判定当前所述曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢被障碍物阻挡所导致,否则判定是由对重被障碍物阻挡所导致。

6. 根据权利要求1或2所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,其特征在于,所述步骤S1前还包括标定用于判断所述电梯的运行状态、所述曳引绳上振动信号的状态的参数阈值的参数标定步骤,所述参数标定步骤包括:采集目标电梯静止、正常运行过程中轿厢和曳引绳的加速度数据,根据采集到的加速度数据计算目标电梯运行时轿厢和曳引绳在

每层站的振动特征,统计多个计算得到的所述振动特征形成对应的振动特征阈值以用于判断所述电梯的运行状态、以及判断所述曳引绳上振动信号的状态。

7.一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置,其特征在于,包括:

数据监测模块,用于实时监测电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

数据分析模块,用于对所述数据监测模块监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断曳引绳上是否叠加有电动机运转产生的振动;

故障状态判定模块,用于根据监测到的所述电梯的运行状态以及所述曳引绳上振动信号的状态、所述电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态;

所述数据分析模块中,通过根据所述频域分析结果判断曳引绳上是否叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动以判断电动机的运行状态,具体步骤为:对所述曳引绳上的振动信号中垂直方向信号进行频域分析,得到多个频率分量,将各个频率分量分别与电动机脉冲频率、曳引轮回转频率进行比较,若存在频率分量与所述电动机脉冲频率和/或所述曳引轮回转频率相差在指定范围内,则判定曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动,以及判定电动机处于正在运行状态,所述电动机脉冲频率为电动机运转时对应的脉冲频率。

8.根据权利要求7所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置,其特征在于,所述数据监测模块包括用于监测轿厢运动状态的第一检测单元、用于监测曳引机到轿厢的第一曳引绳段上的振动信号的第二检测单元以及用于监测曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号的第三检测单元,所述第一检测单元设置在轿厢上,所述第二检测单元设置在所述第一曳引绳段上,所述第三检测单元设置在所述第二曳引绳段上。

9.根据权利要求7或8所述的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置,其特征在于,还包括与所述故障状态判定模块连接的告警单元,用于当故障状态判定模块判定到存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态时,发送告警信号和/或故障数据。

一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及曳引驱动型电梯技术领域,尤其涉及一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置。

背景技术

[0002] 曳引驱动型电梯在运行过程中可能会发生以下状况:当轿厢向下运动时,如果对重被障碍物阻挡,且电动机没有停止运转,将使曳引轮到对重的曳引绳受力越来越大,最终导致曳引绳在曳引轮上产生打滑现象;同样地,当对重向下运动时,如果轿厢被障碍物阻挡,且电动机没有停止运转,将使曳引轮到轿厢的曳引绳受力越来越大,最终导致曳引绳在曳引轮上产生打滑现象,即发生轿厢或对重向下运动时由于障碍物而停住同时电动机没有停止的故障状态,该故障状态会影响电梯运行的安全可靠。

[0003] 但是现有技术中对于曳引驱动型电梯电动机运行的控制,通常仅是直接设置电动机运转时间限制器来实现,由电动机运转时间限制器控制限制电动机的启停,而电动机运转时间限制器仅能够通过固定的时间设定方式来实现电动机运转限制,无法识别出轿厢或对重向下运动时由于障碍物而停住导致曳引绳在曳引轮上打滑的故障状态,因而无法在曳引绳在曳引轮上打滑时及时控制电动机停止,影响电梯的安全可靠运行,不能满足当前电梯制造与安装安全规范标准的要求。因此,亟需提供一种适用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,使得能够及时、准确的监测到轿厢或对重向下运动时由于障碍物而停住导致曳引绳在曳引轮上打滑,同时电动机没有停止的故障状态,以及时在故障发生时控制限制电动机运行,提高电梯运行的安全可靠。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题就在于:针对现有技术存在的技术问题,本发明提供一种有实现方法简单、成本低、能够实现曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转故障状态的智能监控,且监测效率及精度高的用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为:

[0006] 一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法,步骤包括:

[0007] S1. 数据监测:实时监测目标电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

[0008] S2. 数据分析:对步骤S1监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;

[0009] S3. 故障状态判定:根据监测到的所述电梯的运行状态以及所述曳引绳上振动信号的状态、所述电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0010] 进一步的,所述步骤S1中,具体监测轿厢的加速度数据以确定电梯的运行状态,以及分别监测从曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、从曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动

信号。

[0011] 进一步的,所述步骤S2中,通过根据所述频域分析结果判断曳引绳上是否叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动以判断电动机的运行状态,具体步骤为:对所述曳引绳上的振动信号中垂直方向信号进行频域分析,得到多个频率分量,将各个频率分量分别与电动机脉冲频率、曳引轮回转频率进行比较,若存在频率分量与所述电动机脉冲频率和/或所述曳引轮回转频率相差在指定范围内,则判定曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮回转频率,以及判定电动机处于正在运行状态,所述电动机脉冲频率为电动机运转时对应的脉冲频率。

[0012] 进一步的,所述步骤S3中,如果判断到满足电梯的运行速度及位移趋于0的第一特征,以及满足曳引机到轿厢的第一曳引绳段上和/或曳引机到对重的第二曳引绳段上的水平振动信号超过预设阈值的第二特征,以及满足判断到电动机处于正在运行状态的第三特征,且所述第一特征、第二特征、第三特征的持续时间超过预设阈值,则判定当前处于曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态;所述第三特征具体为满足曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动。

[0013] 进一步的,所述步骤S3后还包括故障定位步骤,具体步骤为:分别根据曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、曳引机到对重的第二曳引绳上的水平振动信号判断所述第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态,根据判断结果判定当前所述曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对重被障碍物阻挡所导致。

[0014] 进一步的,所述判断所述第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态的步骤包括:判断所述第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率是否大于所述第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率,和/或所述第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅是否小于所述第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅,如果是则判定当前所述曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢被障碍物阻挡所导致,否则判定是由对重被障碍物阻挡所导致。

[0015] 进一步的,所述步骤S1前还包括标定用于判断所述电梯的运行状态、所述曳引绳上振动信号的状态的参数阈值的参数标定步骤,所述参数标定步骤包括:采集目标电梯静止、正常运行过程中轿厢和曳引绳的加速度数据,根据采集到的加速度数据计算目标电梯运行时轿厢和曳引绳在每层站的振动特征,统计多个计算得到的所述振动特征形成对应的振动特征阈值以用于判断所述电梯的运行状态、以及判断所述曳引绳上振动信号的状态。

[0016] 一种用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置,包括:

[0017] 数据监测模块,用于实时监测电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

[0018] 数据分析模块,用于对所述数据监测模块监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;

[0019] 故障状态判定模块,用于根据监测到的所述电梯的运行状态以及所述曳引绳上振动信号的状态、所述电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0020] 进一步的,所述数据监测模块包括用于监测轿厢运动状态的第一检测单元、用于监测曳引机到轿厢的第一曳引绳段上的振动信号的第二检测单元以及用于监测曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号的第三检测单元,所述第一检测单元设置在轿厢上,所述第二检测单元设置在所述第一曳引绳段上,所述第三检测单元设置在所述第二曳引绳段

上。

[0021] 进一步的,还包括与所述故障状态判定模块连接的告警单元,用于当故障状态判定模块判定到存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态时,发送告警信号和/或故障数据。

[0022] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0023] 1、本发明用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置,通过实时监测电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号进行频域分析,由频域分析结果综合电梯的运行状态以及曳引绳上振动信号的状态、电动机的运行状态,最终判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态,能够无需接入电梯控制系统,充分利用发生轿厢或对重向下运动时由于障碍物停止同时电动机没有停止的故障状态时的特性来实现电动机运行状态的智能监测,使得能够在发生曳引绳在曳引轮上打滑时及时进行告警等处理,从而有效提高电梯运行的安全可靠,满足当前电梯制造与安装安全规范标准的要求。

[0024] 2、本发明用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置,进一步通过将曳引绳上采集到的垂直振动信号进行频谱分析,分析出曳引绳上叠加的各振动信号,可以快速、准确的判断出曳引绳上是否叠加有电动机和/或曳引轮的振动,从而确定电动机是否停止运转。

[0025] 3、本发明用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置,进一步通过综合判断是否满足轿厢上下运行的速度趋近于零,且检测到曳引绳上水平振动超过设定阈值,同时曳引绳垂直振动叠加了电动机和/或曳引轮运转产生的振动,可以准确、快速的识别出曳引绳在曳引轮上打滑且电动机没有停止运转的故障状态。

[0026] 4、本发明用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法及装置,进一步根据曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、曳引机到对重的第二曳引绳上的振动信号判断第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态进行故障定位,可以快速、准确的判定曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对重被障碍物阻挡所导致,准确定位出导致曳引绳打滑的故障位置。

附图说明

[0027] 图1是本实施例用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法的实现流程示意图。

[0028] 图2是本实施例具体应用实施例中采用的数据监测模块的结构示意图。

[0029] 图3是在具体应用实施例中得到的电梯运行时三轴加速度测量值的结果示意图。

[0030] 图4是在具体应用实施例中得到的Z轴加速度值FFT分析结果示意图。

[0031] 图5是在具体应用实施例中得到的电梯上行时AB段曳引绳相对长度以及振动的结果示意图。

[0032] 图6是在具体应用实施例中得到的电梯下行时CD段曳引绳相对长度以及振动的结果示意图。

[0033] 图7是本发明具体应用实施例中用于曳引驱动电梯的电动机运行监测模块的结构原理示意图。

具体实施方式

[0034] 以下结合说明书附图和具体优选的实施例对本发明作进一步描述,但并不因此而

限制本发明的保护范围。

[0035] 如图1所示,本实施例用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法的步骤包括:

[0036] S1. 数据监测:实时监测目标电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

[0037] S2. 数据分析:对步骤S1监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;

[0038] S3. 故障状态判定:根据监测到的电梯的运行状态以及曳引绳上振动信号的状态、电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0039] 由于电动机和曳引轮等曳引机构的运转以及轿厢沿导轨上下运行,都会产生相应的振动,这些振动会传导至曳引绳,叠加到曳引绳的振动中,当发生轿厢或对重向下运动时由于障碍物停止同时电动机没有停止的故障状态时,此时电梯运行停止,由于此时电动机、曳引机等未停止运行,曳引绳上会叠加电动机、曳引轮运转产生的脉冲振动,通过对曳引绳上振动信号进行频域分析可确定出该叠加振动。本实施例利用上述特性,通过实时监测电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号进行频域分析,由频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态,再综合电梯的运行状态、曳引绳上振动信号的状态以及电动机的运行状态,来最终判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态,能够无需接入电梯控制系统,充分利用发生轿厢或对重向下运动时由于障碍物停止同时电动机没有停止的故障状态时的特性来实现电动机运行状态的智能监测,使得能够便于在发生曳引绳在曳引轮上打滑时及时进行告警等处理,从而有效提高电梯运行的安全可靠,满足当前电梯制造与安装安全规范标准的要求。

[0040] 本实施例步骤S1中,具体监测轿厢的加速度数据以确定电梯的运行状态,以及分别监测从曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、从曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号,可以实时监测电梯的运行状态,以及曳引机到轿厢侧曳引绳、曳引机到对重侧曳引绳上振动信号的状态。如图2所示,本实施例具体通过设置数据监测模块来实现上述数据监测,数据监测模块具体包括用于监测轿厢运动状态的第一检测单元、用于监测曳引机到轿厢的第一曳引绳段上的振动信号的第二检测单元以及用于监测曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号的第三检测单元,第一检测单元设置在轿厢上,第二检测单元设置在第一曳引绳段上,第三检测单元设置在第二曳引绳段上,通过第一检测单元监测轿厢的加速度数据以确定电梯的运行状态,由第二检测单元、第三检测单元监测两侧曳引绳段上的振动信号。

[0041] 可以理解的是,对于曳引绳振动信号的监测当然也可以根据实际需求仅布置一个检测单元实现,即直接采集所需一侧曳引绳的振动信号。

[0042] 在具体应用实施例中,上述第一检测单元可固定在轿厢顶,第二检测单元固定在曳引机到轿厢的曳引绳上的同时,可在不影响曳引绳运转的前提下尽量远离轿厢,第三检测单元可固定在曳引绳,也可固定在对重上,若固定在曳引绳上时,可在不影响曳引绳运转的前提下尽量远离对重。

[0043] 本实施例步骤S2中,通过根据频域分析结果判断曳引绳上是否叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮运转产生的振动以判断电动机的运行状态,具体步骤为:对曳引绳上的振动信号中垂直方向信号进行频域分析,得到多个频率分量,将各个频率分量分别与

电动机脉冲频率、曳引轮回转频率进行比较,若存在频率分量与电动机脉冲频率和/或曳引轮回转频率相差在指定范围内,则判定曳引绳上叠加有电动机运转产生的振动和/或曳引轮回转频率,以及判定电动机处于正在运行状态,电动机脉冲频率为电动机运转时对应的脉冲频率。即通过对曳引绳上垂直振动信号进行频域分析,得到的各个频域分量中,若存在与电动机脉冲频率或曳引轮回转频率相符的频域分量,或分别存在与电动机脉冲频率、曳引轮回转频率相符的两个频域分量,则可判定曳引绳上叠加有电动机、曳引轮运转产生的振动,进而可确认电动机处于正在运行状态而未停止运行,可以快速、准确的判读出电动机的运行状态。

[0044] 本实施例具体可按式(1)计算得到电动机脉冲频率:

$$f_{\text{电}} = \frac{P \times f_{\text{曳}}}{i} \quad (1)$$

[0046] 其中, $f_{\text{电}}$ 为电动机脉冲频率, P 为永磁同步电机极数, $f_{\text{曳}}$ 为曳引轮回转频率, i 为吊挂比。

[0047] 上述曳引轮回转频率 $f_{\text{曳}}$ 具体可按式(2)计算得到:

$$f_{\text{曳}} = \frac{i \times V}{\pi \times D} \quad (2)$$

[0049] 式(2)中, i 为吊挂比, V 为速度, D 为曳引轮直径。

[0050] 本发明在具体应用实施例中采集某一电梯运行时轿厢的加速度数据进行频域分析的结果如图3、4所示,其中图3为采集到的电梯运行时三轴(XYZ)加速度测量结果,图4为将图3的Z轴加速度测量结果经过FFT频谱分析后得到的结果,将采集的加速度数据经过FFT频谱分析后,计算出的Z轴振动主频,比较该频率与电动机脉冲频率 $f_{\text{电}}$ 、曳引轮回转频率 $f_{\text{曳}}$ 是否符合,即可判定是否叠加有电动机、曳引轮运转产生的振动。

[0051] 本实施例步骤S3中,如果判断到满足电梯的运行速度及位移趋于0的第一特征,以及满足曳引机到轿厢的第一曳引绳段(如图2中AB曳引绳段)上或曳引机到对重的第二曳引绳段(如图2中CD曳引绳段)上的水平振动信号超过预设阈值的第二特征,以及满足判断到电动机处于正在运行状态的第三特征,且第一特征、第二特征、第三特征的持续时间超过预设阈值,则判定当前处于曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0052] 若电梯的速度位移趋于0,表明电梯已停止运行,而曳引绳在曳引轮上打滑时水平振动信号会变大,若此时电动机没有停止运转,则曳引绳的垂直振动上会叠加有电动机、曳引轮运转产生的振动。基于上述特性,上述第三特征具体为:满足曳引绳垂直振动信号上叠加了电动机脉冲频率 $f_{\text{电}}$ 和/或曳引轮回转 $f_{\text{曳}}$ 。本实施例具体当满足:轿厢上下运行的速度趋近于零(第一特征),且检测到第一曳引绳段(AB段)或者第二曳引绳段(CD段)的水平振动超过设定阈值(第二特征),同时曳引绳垂直振动信号上叠加了电动机脉冲频率 $f_{\text{电}}$ 和/或曳引轮回转 $f_{\text{曳}}$,且当以上特征持续时间超过预设阈值(如配置为45s)(第三特征),判定曳引绳在曳引轮上打滑且电动机没有停止运转。结合上述各特征进行判断,可以有效识别出曳引绳在曳引轮上打滑且电动机没有停止运转的故障状态。

[0053] 本实施例中,步骤S3后还包括故障定位步骤,具体步骤为:分别根据曳引机到轿厢的第一曳引绳段上、曳引机到对重的第二曳引绳上的水平振动信号判断第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态,根据判断结果判定当前曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对

重被障碍物阻挡所导致。曳引绳在曳引轮上打滑时可能是由轿厢被障碍物阻挡所导致,也可能时对重被障碍物阻挡所导致,而被障碍物阻挡而导致曳引绳在曳引轮上打滑的一侧的曳引绳张弛程度会明显高于另一侧,本实施例利用该特性,通过判断两侧曳引绳段的状态,可以准确的定位出曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对重被障碍物阻挡所导致。

[0054] 本实施例中,判断所述第一曳引绳段、第二曳引绳段的张弛状态的步骤包括:判断第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率是否大于第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动频率,以及第一曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅是否小于第二曳引绳段中水平方向振动信号的振动振幅,如果是则判定当前曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢被障碍物阻挡所导致,否则判定是由对重被障碍物阻挡所导致。上述当然还可以配置为使用振动频率或振动振幅任意一项进行判断。

[0055] 曳引绳的振动频率和振幅与曳引绳的长度和张弛程度是成正比例关系,即在相同的张弛状态下曳引绳越短则振动越明显,反之则不明显。在具体应用实施例中得到的电梯上下行时曳引绳长度与振动的结果如图5、6所示,其中如图5所示,电梯上行时AB段曳引绳越来越短,而振动(X轴)越来越明显,如图6所示,当电梯下行时AB段曳引绳越来越长,而振动(X轴)逐渐减弱。相应的,在相同长度的状态下,曳引绳受拉力越大振动越明显,反之振动减弱。本实施例利用上述特性,通过判断曳引绳水平振动信号的振动频率、振幅的差异,可以快速、准确的判断两曳引绳段(AB段和CD段)的相对长度和张弛程度,从而可精确的得到曳引绳在曳引轮上打滑是由轿厢还是由对重被障碍物阻挡所导致。

[0056] 本发明在具体应用实施例中利用上述方案实现曳引驱动电梯的电动机运行监测的具体步骤为:

[0057] 步骤1:实时采集轿顶和曳引绳三轴(XYZ)加速度数据;

[0058] 步骤2:根据采集轿厢的加速度数据实时计算轿厢的运行速度、位移,其中振动频率通过频域分析得到,运行速度、位移按下式计算得到:

[0059] 运行速度 $v = \text{加速度}a \times \text{时间}t$

[0060] 运行位移 $l = \text{运行速度}v \times \text{时间}t$

[0061] 步骤3:曳引绳振动分析:将曳引绳上的加速度数据通过快速傅里叶变换(FFT)计算得到振动频率,得到多个频率分量,分析各频率分量;

[0062] 步骤4:判断是否满足(1)曳引绳的水平振动的频率和振幅超过正常状态下的预设阈值;(2)电梯运行的速度和位移均趋于零;(3)曳引绳上叠加了电动机脉冲频率 $f_{\text{电}}$ 和/或曳引轮回转频率 $f_{\text{曳}}$,且(4)以上3个特征持续时间超过预设阈值,即判定发生曳引绳在曳引轮上打滑且电动机没有停止运转的故障状态,转入步骤5;若未检测到故障,返回步骤1;

[0063] 步骤5:记录电梯当前层站、告警信息以及保存各项原始数据等故障数据,通过通讯模块发送告警信息、故障数据等;

[0064] 步骤6:重复执行上述步骤,直至退出监控。

[0065] 通过上述步骤可以实时监测曳引驱动电梯电动机的运行状态,及时、准确的识别出曳引绳在曳引轮上打滑且电动机没有停止运转的故障状态,使得可以及时在发生上述故障时执行相应的故障处理,如当电梯中配置有电梯运行时间限制器时,可以及时控制电梯运行时间限制器动作,有效提高曳引驱动电梯的运行可靠性。

[0066] 本实施例中,步骤S1前还包括标定用于判断电梯的运行状态、曳引绳上振动信号

的状态的参数阈值的参数标定步骤,参数标定步骤包括:采集目标电梯静止、正常运行过程中轿厢和曳引绳的加速度数据,根据采集到的加速度数据计算目标电梯运行时轿厢和曳引绳在每层站的振动特征,统计多个计算得到的振动特征形成对应的振动特征阈值以用于判断电梯的运行状态、以及判断曳引绳上水平振动信号的状态。不同电梯的运行工况会存在差别,本实施例通过预先进行参数标定,由电梯正常运行时的加速度速度来统计得出振动特征阈值,后续基于该振动特征阈值可判断电梯的运行状态、判断曳引绳上振动信号的状态等,相比于基于经验数据设定阈值,可以灵活的适用于不同类型的电梯得到更为合理的参数,从而进一步确保监测的精度。上述振动特征具体可以为运行速度、位移,或为振动峰值、振动频率等所需的各项参数。

[0067] 在具体应用实施例中,参数标定步骤具体如下:

[0068] 步骤1:计算电梯的电动机脉冲频率 $f_{电}$ 和曳引轮回转频率 $f_{曳}$;

[0069] 步骤2:采集电梯静止时轿厢和曳引绳的加速度数据,计算加速度数据偏移值,基于该偏移值以修正用于采集加速度数据的加速度传感器采集数据的偏移量;

[0070] 步骤3:采集电梯运行轿厢和曳引绳的加速度数据,根据采集的加速度数据计算出电梯全程或者逐层运行时轿厢和曳引绳在每层站的振动特征;

[0071] 步骤4:基于采集的加速度数据计算出其他有利于分析判断的指标,如运行速度、位移等;

[0072] 步骤5:积累一段时间的数据,形成振动特征阈值并保存。

[0073] 进一步还可配置按照一定周期间隔重复进行上述标定步骤,电梯运行机构进行维护后则重新进行标定,以确保实时监测的精度。

[0074] 本实施例用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置,包括:

[0075] 数据监测模块,用于实时监测电梯的运行状态以及曳引绳上的振动信号;

[0076] 数据分析模块,用于对数据监测模块监测到的振动信号进行频域分析,根据频域分析结果得到曳引绳上振动信号的状态以及判断电动机的运行状态;

[0077] 故障状态判定模块,用于根据监测到的电梯的运行状态以及曳引绳上水平振动信号的状态、电动机的运行状态,判定是否存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0078] 本实施例中,上述故障状态判定模块中,如果判断到满足电梯的运行速度及位移趋于0的第一特征,以及满足曳引机到轿厢的第一曳引绳段上或曳引机到对重的第二曳引绳段上的水平振动信号超过预设阈值的第二特征,以及满足判断到曳引绳上叠加有电动机和/或曳引轮运转产生的振动的第三特征,且第一特征、第二特征、第三特征的持续时间超过预设阈值,则判定当前处于曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态。

[0079] 本实施例中,数据监测模块包括用于监测轿厢运动状态的第一检测单元、用于监测曳引机到轿厢的第一曳引绳段上的振动信号的第二检测单元以及用于监测曳引机到对重的第二曳引绳段上的振动信号的第三检测单元,第一检测单元设置在轿厢上,第二检测单元设置在第一曳引绳段上,第三检测单元设置在第二曳引绳段上,具体如图2所示。

[0080] 本实施例用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置与上述用于曳引驱动电梯的电动机运行监测方法为一一对应,在此不在一一赘述。

[0081] 本实施例进一步还包括与故障状态判定模块连接的告警单元,用于当故障状态判

定模块判定到存在曳引绳在曳引轮上打滑时电动机没有停止运转的故障状态时,发送告警信号、故障数据等,以及时提示故障状态,便于及时维护处理。

[0082] 如图7所示,本发明用于曳引驱动电梯的电动机运行监测装置在具体应用实施例中,第一检测单元~第三检测单元均采用加速度传感器进行加速度数据采集,数据分析模块、故障状态判定模块由一个主控模块实现,主控模块可布置在轿厢顶等位置处,同时设置通讯模块以传输监测阈值和检测结果等。

[0083] 上述只是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均应落在本发明技术方案保护的范围内。

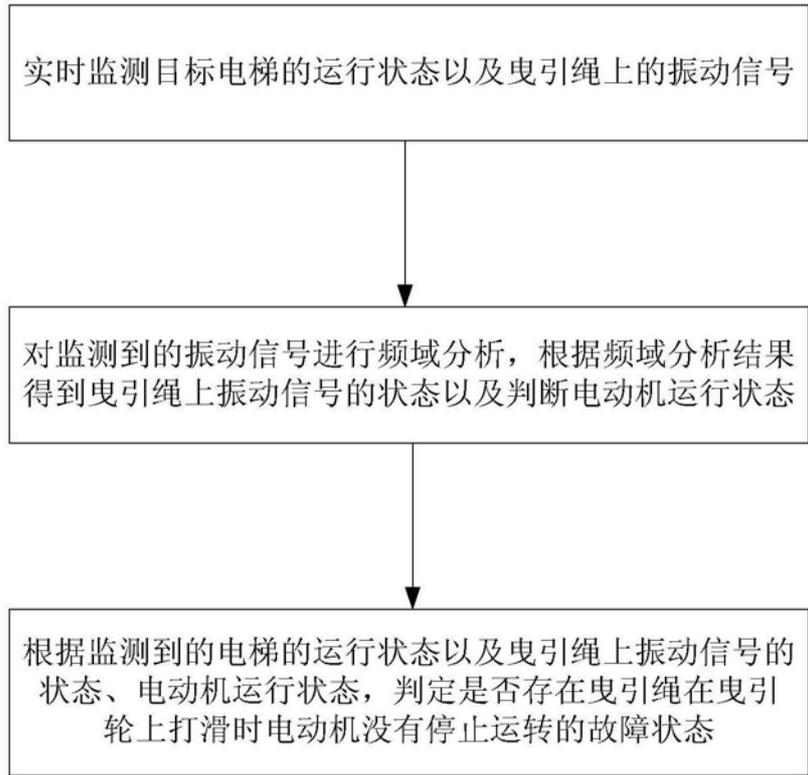


图1

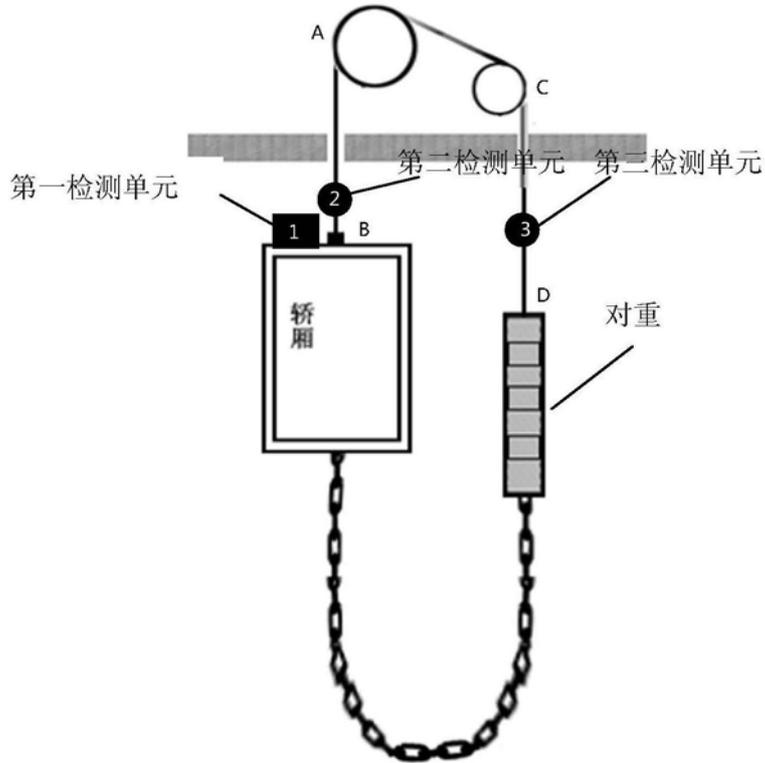


图2

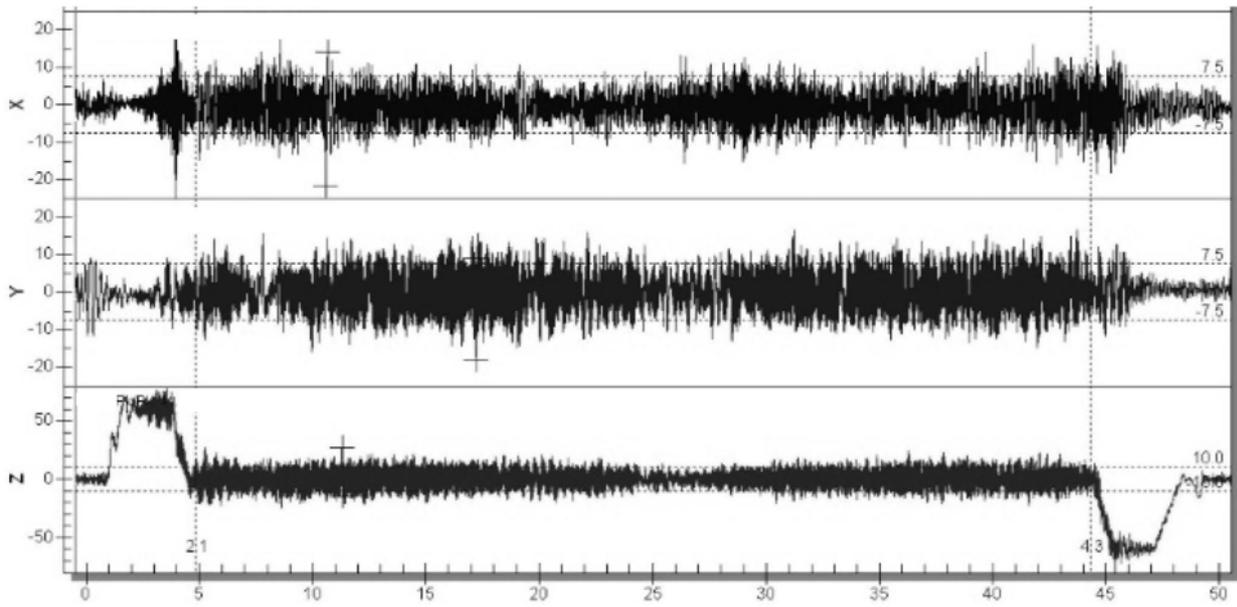


图3

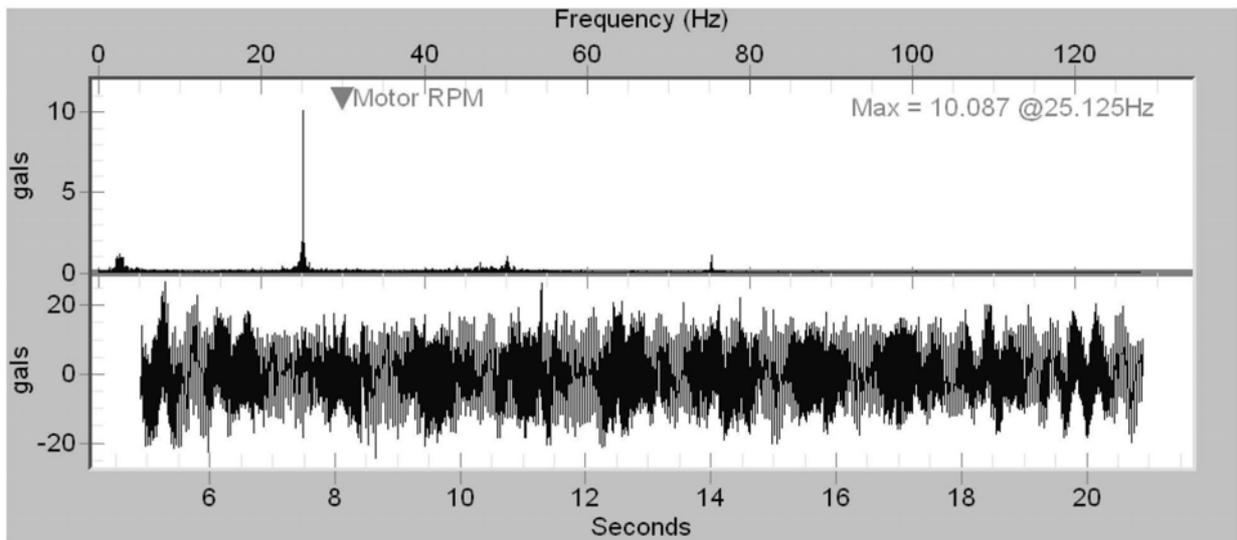


图4

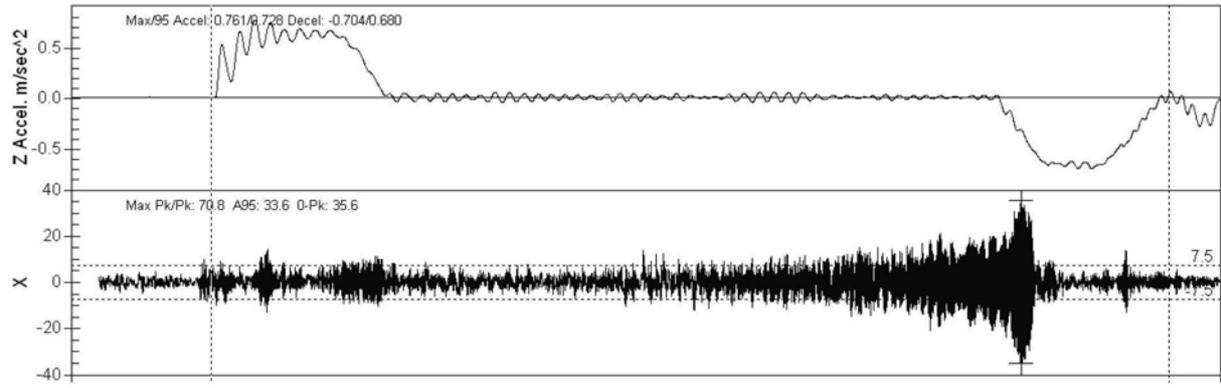


图5

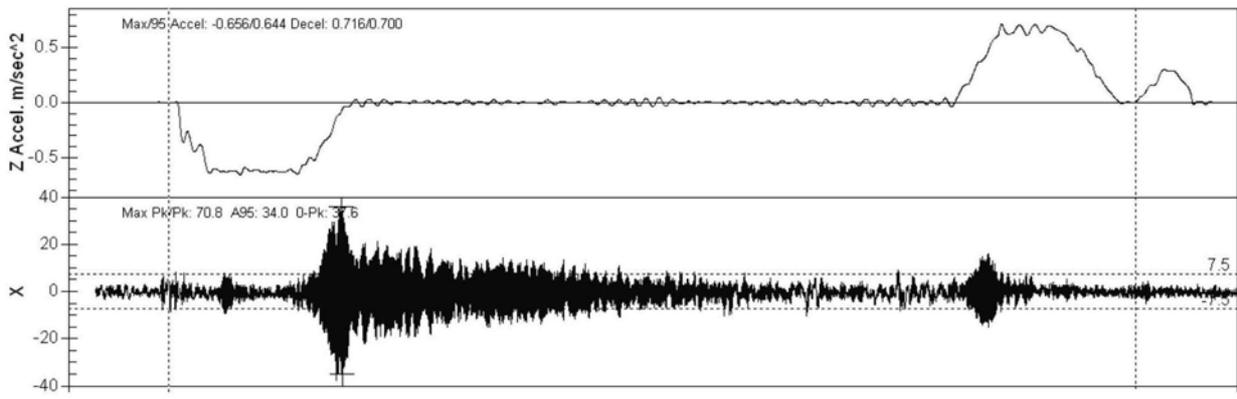


图6

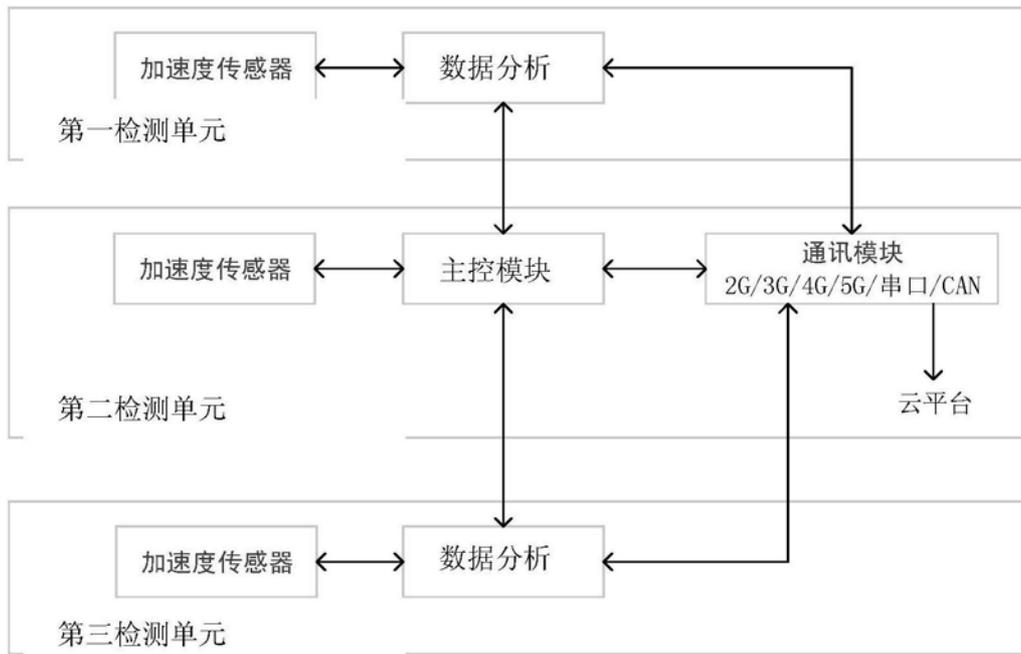


图7