



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104386449 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410587674. 6

(22) 申请日 2014. 10. 29

(71) 申请人 鞍钢集团矿业公司

地址 114001 辽宁省鞍山市铁东区二一九路  
39 号

(72) 发明人 李伟 韩德久 王忠义 高景俊  
戴兴宇 张登博

(74) 专利代理机构 鞍山贝尔专利代理有限公司  
21223

代理人 颜伟

(51) Int. Cl.

B65G 43/02(2006. 01)

B65G 43/00(2006. 01)

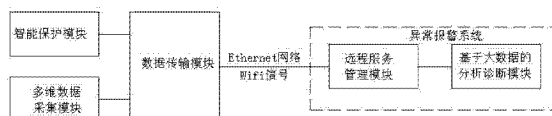
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,包括数据采集模块、智能保护模块、与数据采集模块和智能保护模块分别相连的数据传输模块以及异常报警系统,其特征在于:数据采集模块为多维数据采集模块,异常报警系统通过 Ethernet 网络或 Wifi 信号与数据传输模块的输出端建立通信连接,异常报警系统由远程服务管理模块,以及采用异常发现算法对多维数据采集模块采集到的正常多维数据采集建模并对未来数据进行分类、对异常数据发出报警信号的基于大数据的诊断分析模块组成。其实现了对矿用皮带运输机的远程监控、故障报警和远程控制,全方位全天候的诊断服务,并通过远程控制及时发现故障、及时停机,将损失降低到最小。



1. 一种用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,包括数据采集模块、智能保护模块、与数据采集模块和智能保护模块分别相连的数据传输模块以及异常报警系统,其特征在于:所述数据采集模块为多维数据采集模块,所述异常报警系统通过 Ethernet 网络或者 Wifi 信号与所述数据传输模块的输出端建立通信连接,

所述多维数据采集模块由分别用于测量矿用皮带运输机头尾轮的三维振动频率、周边温度以及头尾轮转速的震动传感器、温度传感器和霍尔传感器,以及与各传感器信号输出端电连接的内置处理器组成,所述内置处理器的输出端与数据传输模块电连接,

所述数据传输模块由云处理器、Ethernet 接口、内置存储模块和 Wifi 通讯模块组成,所述内置存储模块中设有实现异步传输功能的 microsd 卡,

所述异常报警系统由用于远程管理多维数据采集模块和数据传输模块、远程设置多维数据采集模块的采样频率、采样数据类型、开关机状态、IP 地址、传输网络类型和访问密码的远程服务管理模块,以及采用异常发现算法对多维数据采集模块采集到的正常多维数据采集建模并对未来数据进行分类、对异常数据发出报警信号的基于大数据的诊断分析模块组成,

所述智能保护装置由接收数据传输装置传送的基于异常报警系统停机保护的控制信号的输出控制电路、与输出控制电路相连接的电源电路、驱动控制电路和控制矿用皮带驱动电动机的继电保护电路组成。

2. 根据权利要求 1 所述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,其特征在于,所述基于大数据的诊断分析模块的异常发现算法具体为:

1)、对多维数据采集模块采集到的多维原始时序信号进行特征提取,特征提取采用梅尔频率倒谱系数算法 (Mel-frequency cepstral coefficients, (MFCCs)),将一组包含有离散的数据点的信号段在时间轴上利用频率特征表示;

2)、通过反复对矿用皮带运输机正常状态的时序信号的反复采样获得多组数据,各组数据分别采用梅尔频率倒谱系数算法进行特征提取形成特征样本空间;

3)、采用梅尔频率倒谱系数算法对待测数据段进行特征提取,采用邻近分类法 (K-Nearest Neighbours (KNN)) 对特征提取后的待分类数据进行正常或异常的分类,即计算待分类数据与样本空间的特征数据的距离,对于该距离的计算,使用相对熵 /KL 距离 (Kullback - Leibler divergence) 来计算,当 KL 距离的值超过预设值时,待分类数据会被标记为异常,否则为作正常标记,一并存储在异常报警系统的数据库中;

4)、异常报警系统会以固定的时间间隔扫描其数据库系统中的新采集且分类标记的数据点,来发现每个时间间隔内的矿用皮带运输机的运行状态,针对异常标记的数据发出报警信号。

3. 根据权利要求 2 所述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,其特征在于,所述梅尔频率倒谱系数算法 (Mel-frequency cepstral coefficientts, (MFCCs)) 的具体步骤如下:先将待处理信号段在时间轴上切割成小的信号段;然后对每个信号段做谱密度的周期估算;再使用 MFCCs 提供的多种过滤器来处理每个信号段的谱密度并对每个被应用的过滤器进行能量叠加,对每个过滤器叠加后的能量进行对数运算,最后对每个对数运算结果做离散余弦反变换。

4. 根据权利要求 2 所述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,其特征

在于：将矿用皮带输送机连续正常工作一星期的数据按每小时分割成  $24 \times 7$  个样本作为提取与训练的样本空间，采样率为每分钟 6 个数据，每小时 360 个数据点，然后对 168 个样本进行 MFCCs 特征提取，形成新的特征样本空间。

5. 根据权利要求 1 所述的用于矿用皮带输送机头尾轮在线检测智能保护装置，其特征在于：所述多维数据采集模块按设置频率采样，并自动通过数据传输模块将采集的数据上传到异常报警系统中，且自动删除自身所保留的数据。

6. 根据权利要求 1 所述的用于矿用皮带输送机头尾轮在线检测智能保护装置，其特征在于：异常报警系统的报警信号包括报警提示和停机保护，如果是停机保护，则通过网络把控制信号发到数据传输装置，经数据传输装置传输到智能保护装置，进而输出相应的控制信号，来控制矿用皮带输送机停止运行。

## 用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及矿用皮带运输机监测技术,特别是一种用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置。

### 背景技术

[0002] 矿用皮带运输机连续运输能力强、运行效率高、易于实现自动控制,已经广泛用于各种大宗物料的运输。输送带是带式输送机的重要组成部分,输送带主要有普通帆布芯皮带,合成纤维芯皮带,钢丝绳芯皮带等,随着矿用皮带运输机朝着高速度、大规模、超长距离、大倾角的方向发展,钢丝绳芯皮带越来越得到广泛的使用。钢丝绳芯输送带极大地提高了拉伸强度,但其纵向抗撕裂的能力却没有得到提高,仅为橡胶本身的强度,因而容易造成纵向撕裂。矿用皮带运输机是厂矿生产运输的大动脉,一旦发生事故,将会带来极大的直接和间接损失,尤其是高速度、长距离、大倾角的钢丝绳芯输送带,其损失更大。据统计,一条皮带在其生命周期中发生一次纵向撕裂可能性约有 20%,价值数百万元甚至更多的输送带,一旦发生纵向撕裂事故,在很短时间内可能全部毁坏,造成巨大的经济损失。即使能够修补,也需要相当的人力和时间,对正常生产产生极大的影响。近几年中国皮带输送机的使用量越来越大,其应用的范围越来越广,发生皮带纵向撕裂的事故也越来越频繁,主要原因大多数都是矿用皮带运输机的头尾轮发生故障造成的。

[0003] 目前,为了监测皮带运输机的运行状态,多采用现场 PLC 控制,通过现场 PLC 的显示屏显示,并采用 CAN 总线技术,转成 RS232、RS485 信号,实现与其他系统的数据交换,但其存在如下问题:第一,数据的采集类型比较单一,一部分设备主要采集矿用皮带运输机零部件的震动或者噪音指数,另一部分的设备则侧重于采集设备的环境温度,基于此种方式的数据采集,不能有效全面的展示矿用皮带运输机工作时多角度的情况,从而使得基于单维数据的诊断系统判断不够准确;第二,目前尚未有高效的基于多维数据的矿用皮带运输机故障诊断系统,多数系统都是通过阈值的判断来诊断矿用皮带运输机的故障,并对其采取相应的控制,此种判断方式,在噪音数据较大的情况下,假阳性较高,通常会引起故障误判。

[0004]

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了提供解决现有矿用皮带运输机远程监控和故障诊断系统成本高、需专用网络、诊断精度低、实时性差以及故障解决方案欠缺等问题的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置。

[0006] 本发明的技术方案是:

一种用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,包括数据采集模块、智能保护模块、与数据采集模块和智能保护模块分别相连的数据传输模块以及异常报警系统,其特征在于:所述数据采集模块为多维数据采集模块,所述异常报警系统通过 Ethernet 网络或者 Wifi 信号与所述数据传输模块的输出端建立通信连接,

所述多维数据采集模块由分别用于测量矿用皮带运输机头尾轮的三维振动频率、周边温度以及头尾轮转速的震动传感器、温度传感器和霍尔传感器,以及与各传感器信号输出端电连接的内置处理器组成,所述内置处理器的输出端与数据传输模块电连接,

所述数据传输模块由云处理器、Ethernet 接口、内置存储模块和 Wifi 通讯模块组成,所述内置存储模块中设有实现异步传输功能的 microsd 卡,

所述异常报警系统由用于远程管理多维数据采集模块和数据传输模块、远程设置多维数据采集模块的采样频率、采样数据类型、开关机状态、IP 地址、传输网络类型和访问密码的远程服务管理模块,以及采用异常发现算法对多维数据采集模块采集到的正常多维数据采集建模并对未来数据进行分类、对异常数据发出报警信号的基于大数据的诊断分析模块组成,

所述智能保护装置由接收数据传输装置传送的基于异常报警系统停机保护的信号的控制电路、与输出控制电路相连接的电源电路、驱动控制电路和控制矿用皮带驱动电动机的继电保护电路组成。

[0007] 上述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,所述基于大数据的诊断分析模块的异常发现算法具体为:

1)、对多维数据采集模块采集到的多维原始时序信号进行特征提取,特征提取采用梅尔频率倒谱系数算法 (Mel-frequency cepstral coefficients, (MFCCs)),将一组包含有离散的数据点的信号段在时间轴上利用频率特征表示;

2)、通过反复对矿用皮带运输机正常状态的时序信号的反复采样获得多组数据,各组数据分别采用梅尔频率倒谱系数算法进行特征提取形成特征样本空间;

3)、采用梅尔频率倒谱系数算法对待测数据段进行特征提取,采用邻近分类法 (K-Nearest Neighbours (KNN)) 对特征提取后的待分类数据进行正常或异常的分类,即计算待分类数据与样本空间的特征数据的距离,对于该距离的计算,使用相对熵 /KL 距离 (Kullback - Leibler divergence) 来计算,当 KL 距离的值超过预设值时,待分类数据会被标记为异常,否则为作正常标记,一并存储在异常报警系统的数据库中;

4)、异常报警系统会以固定的时间间隔扫描其数据库系统中的新采集且分类标记的数据点,来发现每个时间间隔内的矿用皮带运输机的运行状态,针对异常标记的数据发出报警信号。

[0008] 上述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,所述梅尔频率倒谱系数算法 (Mel-frequency cepstral coefficients, (MFCCs)) 的具体步骤如下:先将待处理信号段在时间轴上切割成小的信号段;然后对每个信号段做谱密度的周期估算;再使用 MFCCs 提供的多种过滤器来处理每个信号段的谱密度并对每个被应用的过滤器进行能量叠加,对每个过滤器叠加后的能量进行对数运算,最后对每个对数运算结果做离散余弦反变换。

[0009] 上述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,将矿用皮带运输机连续正常工作一星期的数据按每小时分割成  $24 \times 7$  个样本作为提取与训练的样本空间,采样率为每分钟 6 个数据,每小时 360 个数据点,然后对 168 个样本进行 MFCCs 特征提取,形成新的特征样本空间。

[0010] 上述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,所述多维数据采集模

块按设置频率采样,并自动通过数据传输模块将采集的数据上传到异常报警系统中,且自动删除自身所保留的数据。

[0011] 上述的用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,异常报警系统的报警信号包括报警提示和停机保护,如果是停机保护,则通过网络把控制信号发到数据传输装置,经数据传输装置传输到智能保护装置,进而输出相应的控制信号,来控制矿用皮带运输机停止运行。

[0012] 本发明的有益效果是:

1、本发明不是通过阈值判断,而是通过多维数据采集,基于大数据的诊断分析模块处理,当发现矿用皮带头尾轮的环境温度异常,能直接推断出头尾轮有异常,如果头尾轮的联动部件的震动频率也出现了异常,同时联动部件的环境温度升高,说明问题出现在联动部件而非该直接被测量的部件,实现了关于联动部件与被动部件之间的故障判断。

[0013] 2、本发明可以通过无线网络传输,不是传统的 CAN 总线或者是 ModBus,通过数据传输装置,实现多维数据采集模块与远程服务管理模块与诊断模块之间的无线通讯,避免在恶劣环境下的安装困难,给安装调试带来了很大的方便。

[0014] 3、基于大数据的矿用皮带头尾轮异常报警系统,给用户和管理人员带来了很大的方便,同时通过诊断分析出故障,并对故障及时报警和保护,避免了皮带的损坏,防止了危险的发生和事故的扩散。

## 附图说明

[0015] 图 1 是本发明的原理框图;

图 2 是图 1 中多维数据采集模块框图;

图 3 是图 1 中数据传输模块框图;

图 4 是图 1 中智能保护模块框图;

图 5 是图 1 中异常报警系统框图。

## 具体实施方式

[0016] 如图 1 所示,该用于矿用皮带运输机头尾轮在线检测智能保护装置,包括数据采集模块、智能保护模块、与数据采集模块和智能保护模块分别相连的数据传输模块以及异常报警系统,所述数据采集模块为多维数据采集模块,所述异常报警系统通过 Ethernet 网络或者 Wifi 信号与所述数据传输模块的输出端建立通信连接。

[0017] 其中,如图 2 所示,所述多维数据采集模块由震动传感器、温度传感器、霍尔传感器及各传感器信号输出端电连接的内置处理器组成,其中,震动传感器、温度传感器实时同步测量矿皮带运输机头尾轮的两侧轴瓦三维振动频率和轴瓦温度,利用霍尔传感器测量头尾轮转速,所述内置处理器的输出端与数据传输模块电连接。多维数据采集模块按设置频率对三维振动频率、轴瓦温度以及头尾轮转速进行采样,并自动通过数据传输模块,将采集的数据上传到异常报警系统中,并自动删除自身所保留的数据。

[0018] 通过上述传感器的使用,矿用皮带运输机的工作状态的多个情况都可以被实时监测。同时利用传感器所获取的多维数据,该设备可以有效地采集针对于特定矿用皮带部件的运行情况数据,包括头尾轮的两侧轴瓦三维振动频率、轴瓦温度、头尾轮转速等。因矿用

皮带的运行指数是由所测得的多维数据综合推断而得出,在数据采集端,需要对各个维度的数据在时间轴上做统一的标准化。也就是说,被采集的多维数据可以在时间轴上形成一对一的对应关系(但并不一定是基于相同的采样率)。而非通过阈值判断。例如:如发现矿用皮带某部件的环境温度异常,并不能直接推断出该部件有异常,如果该部件的联动部件的震动频率也出现了异常,同时联动部件的环境温度升高,说明问题出现在联动部件而非该直接被测量的部件。

[0019] 如图 3 所示,所述数据传输模块由云处理器、Ethernet 接口、内置存储模块和 Wifi 通讯模块组成,所述内置存储模块中设有实现异步传输功能的 microsd 卡。所述的数据传输模块通过 Ethernet 接口或者 Wifi 通讯模块,把采集的多维数据传输到异常报警系统,当数据传输出现问题,可以将采集的数据保存在内置存储模块中,内置存储模块可以通过 microsd 卡的形式读出,异步传输到异常报警系统中。

[0020] 数据传输模块的传输原理:当数据采集模块发起数据发送请求时,数据传输装置会查看当前所连接的网络情况,如果发现 Ethernet 连接存在,优先使用 Ethernet 连接完成数据的发送,如果在 Ethernet 连接不可用情况下,数据传输设备会尝试用 Wifi 连接来发送数据,如果 Wifi 连接也不可用,数据传输模块会通知对应的多维数据采集模块,使其用本地的存储来保存相应的数据。

[0021] 所述异常报警系统由用于远程管理多维数据采集模块和数据传输模块、远程设置多维数据采集模块的采样频率、采样数据类型、开关机状态、IP 地址、传输网络类型和访问密码的远程服务管理模块,以及采用异常发现算法对多维数据采集模块采集到的正常多维数据采集建模并对未来数据进行分类、对异常数据发出报警信号的基于大数据的诊断分析模块组成。异常报警系统大量的存储不同矿用皮带运输机的各个部件的多维数据,根据大量的数据建立矿用皮带运输机正常运行状态下的数据模板,从而使用该模板对矿用皮带的未来数据进行比对,根据比对分析的差值,得出矿用皮带当前的运行状态。如果矿用皮带运行状态出现异常,对相关人员进行报警。

[0022] 其中的所述基于大数据的分析诊断模块,包括异常发现算法,数据采集模块所采集的数据均为多维的时序数据(见图 5),经过对正常多维数据的采集建模,本发明的机器学习算法,可以有效的对一段时间的数据进行分类(正常,异常)。具体算法步骤如下:

1)、对多维数据采集模块采集到的多维原始时序信号进行特征提取,特征提取采用梅尔频率倒谱系数算法(Mel-frequency cepstral coefficients, (MFCCs)),将一组包含有离散的数据点的信号段在时间轴上利用频率特征表示。该步骤的作用是因为时序信号是由离散的数据点组成,此类数据无法通过计算机进行有效分析,通过 MFCCs 处理后,一组原始信号的信号段(例如由 2000 个采样点组成),可以被很少的几个频率特征所表示(例如信号的频率周期,位移等)。

[0023] MFCCs 应用于本发明的具体步骤如下:先将原始信号在时间轴上切割成小的信号段(针对本发明,实验证明,以 100 个采样点作为信号段的长度,特征提取效果较好);然后对每个信号段做谱密度的周期估算;然后使用 MFCCs 算法提供的多种过滤器来处理每个信号段的谱密度并对每个被应用的过滤器进行能量叠加,并对每个过滤器叠加后的能量进行对数运算,同时对每个对数运算结果做离散余弦反变换。

[0024] 2)、通过反复对矿用皮带运输机正常状态的时序信号的反复采样获得多组数据,

各组数据分别采用梅尔频率倒谱系数算法进行特征提取形成特征样本空间。本实施例中,将矿用皮带运输机连续正常工作一星期的数据(采样率为每分钟 6 个数据),按每小时(360 数据点)分割成 168 个样本(24×7)作为提取与训练的样本空间。然后对这 168 个样本进行 MFCC 特征提取,形成新的特征样本空间(168 个样本)。该步骤的作用是,采集大量的数据样本,为步骤三提供所学的样本空间。

[0025] 3)、采用梅尔频率倒谱系数算法对待测数据段进行特征提取,采用邻近分类法(K-Nearest Neighbours (KNN))对特征提取后的待分类数据进行正常或异常的分类,即计算待分类数据与样本空间的特征数据的距离,对于该距离的计算,使用相对熵/KL 距离(Kullback-Leibler divergence)来计算,当 KL 距离的值超过预设值时,待分类数据会被标记为异常,否则为作正常标记,一并存储在异常报警系统的数据库中。该步骤的作用是,步骤 1)、2)已经提供了皮带正常运行状态下数据的特征,然后可以对每个小信号段的特征进行聚类分析,找到皮带运行正常状态下,通过 MFCC 特征所提取的特征的共性,将共性最强的特征聚类,形成聚类模型,从而在以后的实际生产中用该模型指导,发现异常状态(因为异常状态下的数据特征与正常状态的数据特征在聚类时不会被划分为一个集群)。

[0026] 4)、异常报警系统会以固定的时间间隔(本实施例中,该单位为每小时),来扫描数据库系统中的新采集且分类标记的数据点,来发现某个小时内的矿用皮带运输机的运行状态,针对异常标记的数据发出报警信号。该步骤的作用是,将每小时采集的数据点的特征提取出来(通过 MFCCs),然后将这些数据点的特征与已有的聚类模型进行比对,用以发现新的数据点特征是否正常或异常。参见图 5,为设备的三维振动图,横坐标是时间,纵坐标为振动的幅值,从图中可以看到是在上午 10:55 到 10:56 处有振动报警,其中点划线代表 X 轴,实线代表 Y 轴,虚线代表 Z 轴。

如图 4 所示,所述智能保护装置由接收数据传输装置传送的基于异常报警系统停机保护的输出控制电路、与输出控制电路相连接的电源电路、驱动控制电路和控制矿用皮带驱动电动机的继电保护电路组成。系统基于大数据的矿用皮带异常报警系统的报警信号,判断出是报警提示,还是停机保护,如果是停机保护,则通过网络把控制信号发到数据传输装置,经数据传输装置传输到智能保护装置,进而输出相应的控制信号,来控制矿用皮带运输机。

[0027] 综上所述,装置中的多维数据采集模块采集矿用皮带运输机的状态信息数据,并通过数据传输模块,利用网络将数据远程传输到异常报警系统中,对所采集的数据进行处理,获得处理结果并将结果展现给相关管理人员,实现对矿用皮带的远程监控与故障报警。本发明的检测系统,可以实现对任何 Wifi 信号或者通过 Ethernet 网络覆盖地域的矿用皮带运输机的故障诊断和监控,实现矿用皮带运输机故障诊断系统的无线和有线网络的无缝连接,对装配有该故障诊断系统的矿用皮带运输机进行全方位全天候的诊断服务。



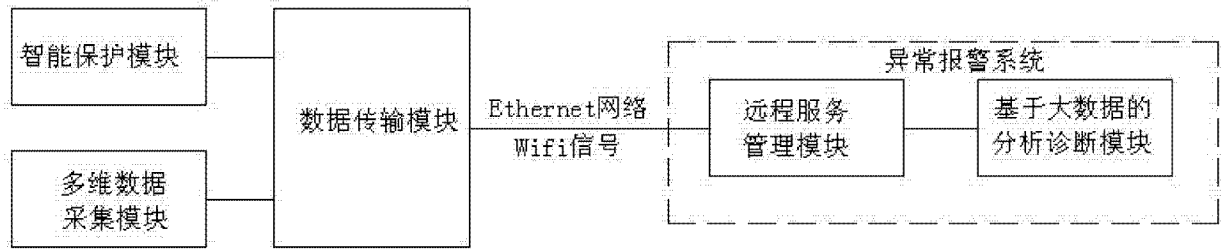


图 1

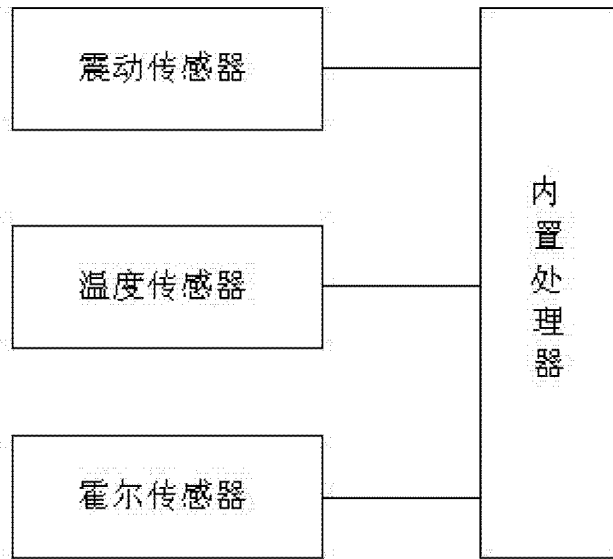


图 2

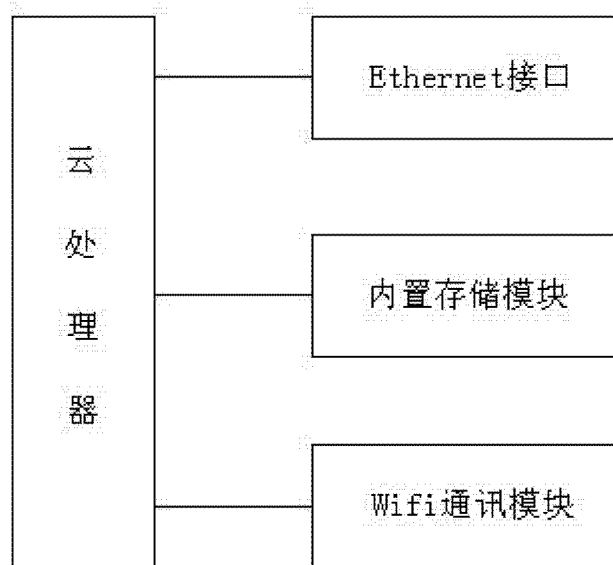


图 3

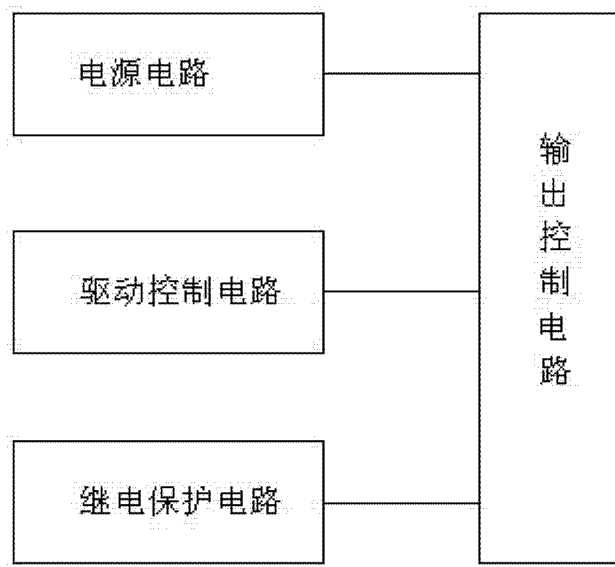


图 4

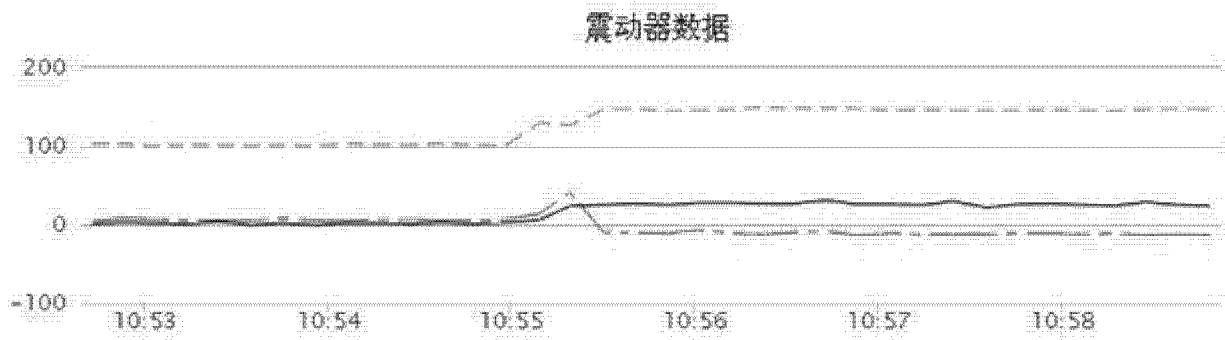


图 5