



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103115667 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201310019515. 1

国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 I 辑》. 2007, (第 4 期),

(22) 申请日 2013. 01. 21

审查员 张筠

(73) 专利权人 中信重工开诚智能装备有限公司  
地址 063020 河北省唐山市高新技术开发区  
火炬路 183 号

(72) 发明人 许开成 陆文涛 刘立志 裴文良

(51) Int. Cl.

G01H 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102156043 A, 2011. 08. 17,

CN 201444081 U, 2010. 04. 28,

CN 103162816 A, 2013. 06. 19,

齐军. 井下工况状态监测系统研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 工程科技 I 辑》. 2007, (第 4 期),

齐军. 井下工况状态监测系统研究. 《中

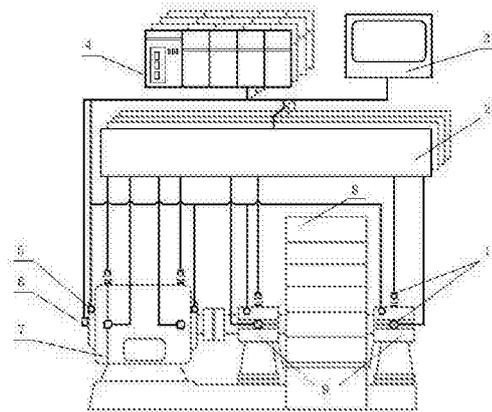
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于传感器的振动监测装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于传感器的振动监测装置,它主要由振动分析计算机、设备控制系统、PLC、分时振动测量模块、振动传感器、转速传感器和温度传感器组成。针对现有振动监测系统技术含量高、价格高的特点,依据运转设备的故障特性,采用对振动传感器分组布设和轮询采集的方法,设计了振动分析计算机和 PLC 或者设备控制系统的 PLC 连接多个分时振动测量模块、每个分时振动测量模块的一路通道对应一组振动传感器、PLC 控制分时接通每一个振动传感器的装置,实现了低成本设备故障的在线振动检测,最大限度满足了工矿企业设备振动检测广泛性的需求。



1. 一种基于传感器的振动监测装置,包括多个传感器和PLC,还包括至少一个分时振动测量模块,分时振动测量模块至少包括一个测量通道,每个测量通道连接至少一个传感器,每个传感器被分时接通;所述PLC连接至少一个所述的分时振动测量模块;所述传感器包括振动传感器、和/或转速传感器、和/或温度传感器;振动传感器、和/或转速传感器、和/或温度传感器构成一个振动测量组;所述分时振动测量模块的测量通道连接振动传感器,PLC连接转速传感器和温度传感器;所述振动监测装置还包括:振动分析计算机和设备控制系统,所述振动分析计算机连接所述设备控制系统,所述振动分析计算机连接所述PLC,所述振动分析计算机和所述PLC连接所述分时振动测量模块;所述振动分析计算机和所述PLC通讯并保持轮询时间片同步,所述振动分析计算机实时获得所述分时振动测量模块处理后的振动信息,所述PLC通过所述转速传感器采集转速信号,通过所述温度传感器采集温度信号,并实时传送给所述振动分析计算机;所述PLC按照时间片分时控制每一个所述振动传感器的通断,所述分时振动测量模块在所述PLC的控制下轮询每一个所述振动传感器;所述分时振动测量模块对采集的振动数据进行A/D转换、频谱分析和包络谱分析处理,形成处理后的振动信息;所述振动分析计算机按照所述振动测量组和时间片处理接收到的振动、转速、温度和其他信息,从中提取设备故障特征;所述振动监测装置用于运转设备的振动状态检测和故障诊断,所述设备控制系统含有所述PLC,该PLC连接所述分时振动测量模块和/或单独的PLC连接所述分时振动测量模块,所述PLC控制分时接通所辖的振动传感器并采集转速传感器和温度传感器信号;其特征在于:所述振动分析计算机保持和所述PLC的时间片同步,所述振动分析计算机实时获得所述分时振动测量模块的振动信息和所述PLC采集的转速和温度信号,所述振动分析计算机按照所述振动测量组、时间片和轮询周期处理获得的振动、转速和温度信息;对于易损期运转设备和非易损期的高速、高负载、连续运转、易磨损部件,一个所述振动测量组由一台电动机及其机械传动机构所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成;对于非易损期的一般运转设备,一个所述振动测量组由相同机械性能或者组成一定工艺流程的一组设备所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成;所述振动分析计算机和多台所述PLC电连接,每台所述PLC电连接多个所述分时振动测量模块,所述振动分析计算机和所述PLC电连接分时振动测量模块,每个所述分时振动测量模块的一个通道连接多个被所述PLC分时控制接通的振动传感器,所述PLC电连接并采集温度传感器和转速传感器的信号。

## 一种基于传感器的振动监测装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于工矿企业设备检测及控制技术领域。。

### 背景技术

[0002] 众所周知,振动检测对于运转设备故障的报警和预警有重要意义。目前,工矿企业的设备配备了较完备的设备控制系统。例如,水泥、钢铁、石油化工、电力等行业配备了先进的设备控制系统。特殊地,在矿山采掘机械、运输机械、提升机械、水泵、通风机、压风机等重要运转设备已经配备了较完备的设备控制系统,多数矿井还建成了基于矿井环网的综合自动化系统,实现了全矿井(也称为全生产区域)集中监控和综合管控,以下也简称为设备控制系统。针对工矿企业的诸多运转设备,现有振动监测系统也可以满足振动报警、趋势和分析判断的要求。例如,《装备制造技术》2010年03期的论文“浅析机械设备的振动故障检测”,介绍了设备振动检测的分类、意义、原理和方法。

[0003] 现有工矿企业运转设备的振动有两种检测方法,一种是人工巡检,一种是实时在线计算机振动监测系统。人工巡检周期是几天至几周,即使持有振动检测仪器也是抽检、滞后、长周期的检查方式,不能满足设备振动在线检测的要求,更无法与设备控制系统同步实现报警、预警和故障诊断。现有的实时在线计算机振动监测系统不仅可以实时监测设备的振动状态,而且可以做到与设备控制系统同步的报警、预警和故障诊断。但是在工矿企业实际应用中,尤其是在矿山实际应用中,要求实时检测所有生产线运转设备和每套设备多个运转部件的振动状态,例如,主扇风机、局部通风机、压风机、水泵、皮带运输机、矿井提升机、采掘机等运转设备的振动检测,要求检测电动机及其机械传动机构所有轴承振动的状态并记录导致振动异常事件的相关信息。这多达数百台设备要配备几千至上万路振动传感器,传感器布设和检测将耗费巨额投资,阻碍了该技术的广泛性。

[0004] 因此需要一种低成本的振动检测的技术方案,既满足工矿企业大量运转设备振动状态监测和故障诊断的要求,符合国家标准,又具有安全可靠、结构简单、使用简便的特点。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决低成本振动检测的问题,旨在既满足工矿企业大量运转设备振动状态监测和故障诊断的要求,符合国家标准,又安全可靠、结构简单、使用简便。为此,本发明专利解决其技术问题所采用的技术方案是:一种基于传感器的振动监测装置,包括多个传感器和PLC,其特征是:还包括至少一个分时振动测量模块,分时振动测量模块至少包括一个测量通道,每个测量通道连接至少一个传感器,每个传感器被分时接通;所述PLC连接至少一个所述的分时振动测量模块。

[0006] 进一步,所述传感器包括振动传感器、和/或转速传感器、和/或温度传感器;振动传感器、和/或转速传感器、和/或温度传感器构成一个振动测量组;所述分时振动测量模块的测量通道连接振动传感器,PLC连接转速传感器和温度传感器。

[0007] 更进一步,所述振动监测装置还包括:振动分析计算机和设备控制系统,所述振动

分析计算机连接所述设备控制系统,所述振动分析计算机连接所述PLC,所述振动分析计算机和所述PLC连接所述分时振动测量模块。

[0008] 优选地,所述振动分析计算机和所述PLC通讯并保持轮询时间片同步,所述振动分析计算机实时获得所述分时振动测量模块处理后的振动信息,所述PLC通过所述转速传感器采集转速信号,通过所述温度传感器采集温度信号,并实时传送给所述振动分析计算机;所述PLC按照时间片分时控制每一个所述振动传感器的通断,所述分时振动测量模块在所述PLC的控制下轮询每一个所述振动传感器。

[0009] 非限制性地,所述分时振动测量模块对采集的振动数据进行A/D转换、频谱分析和包络谱分析处理,形成处理后的振动信息;所述振动分析计算机按照所述振动测量组和时间片处理接收到的振动、转速、温度和其他信息,从中提取设备故障特征。

[0010] 更为优选地,所述振动监测装置用于运转设备的振动状态检测和故障诊断,所述设备控制系统含有所述PLC,该PLC连接所述分时振动测量模块和/或单独的PLC连接所述分时振动测量模块,所述PLC控制分时接通所辖的振动传感器并采集转速传感器和温度传感器信号。

[0011] 在另一个实施方式中,所述振动分析计算机保持和所述PLC的时间片同步,所述振动分析计算机实时获得所述分时振动测量模块的振动信息和所述PLC采集的转速和温度信号,所述振动分析计算机按照所述振动测量组、时间片和轮询周期处理获得的振动、转速和温度信息。

[0012] 在一个较佳的应用当中,对于易损期运转设备和非易损期的高速、高负载、连续运转、易磨损部件,一个所述振动测量组由一台电动机及其机械传动机构所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成;对于非易损期的一般运转设备,一个所述振动测量组由相同机械性能或者组成一定工艺流程的一组设备所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成。

[0013] 在另一个可选的实施方式中,所述振动分析计算机和多台所述PLC电连接,每台所述PLC电连接多个所述分时振动测量模块,所述振动分析计算机和所述PLC电连接分时振动测量模块,每个所述分时振动测量模块的一个通道连接多个被所述PLC分时控制接通的振动传感器,所述PLC电连接并采集温度传感器和转速传感器的信号。

[0014] 本发明专利的有益效果是:本发明提出的一种基于传感器的振动监测装置,具有振动测量模块通道数少、振动传感器路数多、在线分时轮询的特点,既可以广泛、有效的在线检测各类重要运转设备关键点的振动状态和故障诊断,又可以使设计的系统成本低廉、安全可靠、结构简单。因此,本发明专利对于工矿企业,尤其是对矿山的重要运转设备的故障振动检测,具有推广的实用价值,为工矿企业设备的安全运行提供了重要的技术保障。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明一种基于传感器的振动监测装置结构示意图。

[0016] 图2为全矿井或全生产区域设备控制系统和振动监测装置关联示意图。

## 具体实施方式

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明专利进一步说明。

[0018] 图1中:1.振动传感器,2.分时振动测量模块,3.振动分析计算机,4. PLC,5. 温度传感器,6. 转速传感器,7.电动机,8.风机,9.轴承座

[0019] 图2中:3.振动分析计算机,10. 设备控制系统主机,11.矿井环网,12.地面设备系统,13.井下设备系统。

[0020] 首先,本发明提出了一种基于传感器的振动监测装置,该装置主要由振动分析计算机、设备控制系统、PLC、分时振动测量模块、振动传感器、转速传感器和温度传感器组成,其特征是:振动分析计算机连接设备控制系统,振动分析计算机连接PLC,振动分析计算机和PLC连接分时振动测量模块,分时振动测量模块的每个测量通道连接一个振动测量组的至少两个振动传感器,每个振动传感器被分时接通,PLC连接转速传感器和温度传感器。

[0021] 图1是本发明优选的实施方式的系统示意图。安装在电动机7两端和风机8两端轴承座9的振动传感器1、温度传感器5和转速传感器6组成一个振动测量组。振动分析计算机3和多个PLC4电连接,每个PLC4电连接多个分时振动测量模块2,振动分析计算机3和PLC4电连接分时振动测量模块2,每个分时振动测量模块2的一个通道连接多个被PLC4分时控制接通的振动传感器1,PLC4电连接并采集温度传感器5和转速传感器6的信号。分时振动测量模块2接入PLC4的是单一振动表征信号,只能通过PLC4做振动状态监测,接入振动分析计算机3的振动信息则同时具有状态监测和故障诊断功能。振动分析计算机3保持和PLC4的时间片同步,振动分析计算机3实时获得分时振动测量模块2的振动信息和PLC4采集的转速和温度信号,振动分析计算机3按照振动测量组、时间片和轮询周期处理获得的振动、转速和温度信息,实现在线分时振动状态监测和故障诊断。

[0022] 在另一个可选的实施方式中,一套振动分析计算机(例如图1中的振动分析计算机3)和至少一套PLC(例如图1中的PLC4)电连接,振动分析计算机和一套PLC电连接至少一个分时振动测量模块(例如图1中的分时振动测量模块2),每个分时振动测量模块至少有一个测量通道,分时振动测量模块的一个测量通道电连接一个振动测量组的至少两个振动传感器,PLC控制分时接通每一个振动传感器。

[0023] 更为具体地,一套振动分析计算机由完成振动状态检测和故障诊断功能的计算机软硬件系统组成;一套PLC由完成采集和控制功能的PLC系统组成,该采集和控制功能针对其所连接的分时振动测量模块、振动传感器、转速传感器和温度传感器。

[0024] 分时振动测量模块的输出端接入PLC和振动分析计算机,接入PLC的单一振动表征信号用于做振动状态监测(优选地,只用于做振动状态监测),接入振动分析计算机的振动信息则同时具有状态监测和故障诊断功能;振动分析计算机和PLC通讯并保持轮询时间片同步,振动分析计算机实时获得分时振动测量模块处理后的振动信息,PLC采集转速和温度信号并实时传送给振动分析计算机;PLC按照时间片分时控制每一个振动传感器的通断,分时振动测量模块在PLC的控制下轮询振动测量组内每一个振动传感器,分时振动测量模块对采集的大量振动数据进行A/D转换、频谱分析和包络谱分析处理,形成处理后的振动信息;振动分析计算机按照振动测量组和时间片处理接收到的振动、转速、温度和其他信息,从中提取设备故障特征。

[0025] 更为优选地,所述振动监测装置用于矿井运输机械、提升机械、采掘机械、水泵、通风机、压风机等重要运转设备配备的设备控制,或者基于矿井环网的综合自动化系统及其所连接的多套地面和井下的设备控制。对于易损期运转设备和非易损期的高速、高负载、连

续运转、易磨损部件,一个振动测量组主要由一台电动机及其机械传动机构所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成;对于非易损期的一般运转设备,一个振动测量组由相同机械性能或者组成一定工艺流程的一组设备所装配的振动传感器、转速传感器、温度传感器组成。

[0026] 本发明的最常见实施方式中,振动传感器安装在运转设备的轴承座、运转连接部分或者电动机外壳的必要位置,主要用来采集运转设备振动的状态,检测某部位振动是否超限、振动趋势等单一振动表征。对于某些运转部位的振动还需要做出实时分析,分析出振动超限或者潜在隐患的原因,例如风机叶轮偏心、轴承缺损、啮合齿轮缺陷、润滑不良、螺丝松动等等。一般设备从新投入运行到老化期,其故障的发生服从“浴盆曲线”规律,即新投入运行期和老化期是故障多发时间段,也称为易损期;中间较长时间段是不易发生故障的时间段,也称为非易损期,例如对通风机及其电动机的轴承座和外壳的关键部位,要在其故障多发时间段实时做出振动的检测和分析,而在非易损期则以报警和趋势为主的振动监测即可。

[0027] 本发明如果应用于矿山有防爆要求的场合,可将分时振动测量模块和PLC装配在隔爆控制箱内。一套振动分析计算机可以通过矿井环网连接设备控制系统主机,连接多套地面设备控制系统和多套井下设备控制系统,组成全矿井或全生产区域振动状态检测和故障诊断系统。一套振动分析计算机也可以和某一套设备控制系统连接,组成局部振动状态检测和诊断系统。例如,一台振动分析计算机连接控制十几条皮带运输机的设备控制系统,可以组成局部设备系统的振动状态检测和诊断系统。一套振动分析计算机还可以和独立于设备控制系统之外的PLC连接,组成振动状态检测和诊断系统。

[0028] 设备的振动和轴转速紧密相关,设备的振动和轴承或者某些部位的温度也相关,转速越快振动频率越高、振动烈度越大,轴承温度越高振动烈度越大。因此,本发明提出的振动监测装置也称为振动状态检测和诊断系统,简称为振动监测系统,该系统不仅配备振动传感器,还配备转速传感器、温度传感器和其他传感器,至少三种传感器信号结合起来共同检测运转设备振动的状态。另外,因为运转设备振动异常的产生、发展到故障有一个以数小时至更长时间的过程,这个过程主要以振动烈度逐渐变大的形式表现出来。因此,较佳地,振动监测系统一般不需要在线实时检测,只需对每个振动检测点在线分时轮询检测其超限报警,如果需要再对超限报警或者潜在隐患的部分做故障分析判断。

[0029] 在本发明提供的实施方式中,振动监测系统可以有两种构造形式,一种是简单的振动超限报警和趋势检测,也称为设备状态监测系统。在设备状态监测系统中,振动传感器连接振动测量模块,振动测量模块输出单一振动表征的电信号,振动测量模块信号接入通用PLC,再由连接PLC的通用计算机和组态软件显示每一路传感器的超限报警和趋势。另一种是振动分析判断系统,要采用复杂的软硬件分析出设备振动超限的原因,也称为故障诊断系统。振动故障诊断系统具有振动数据分析判断功能,振动传感器连接的振动测量模块输出供振动分析的大量信息,振动测量模块再连接专用软件的计算机,计算机依据多种算法分析出故障原因。在这两类系统中振动传感器都需要转速传感器和温度传感器的组合,其组合方式通常按照设备分组,例如一台电动机驱动一台风机,需要检测电动机和风机两端4个轴承8个位置的振动,同时检测电动机转速和4个轴承位置的温度,这8个振动传感器、1个转速传感器和4个温度传感器可以组成一个振动检测组,组内的13个物理量存在振动相

关性。对于这两种振动监测系统,振动测量模块通道有一路和多路之分,但都是每一路连接一个振动传感器,各路振动信号是相互隔离的。振动测量模块都是其核心功能部件,属于高技术含量部件,是高价格部件。振动故障诊断系统软硬件也是高价格部分,尤其软件的并发路数一定程度上决定着系统投资。显然,在系统中尽可能少的配置振动测量模块的路数和软件并发路数,就可以大幅度降低系统成本。例如,风机在线实时振动检测系统,8个振动传感器配备8路振动测量模块,如果1路振动测量模块分时轮询采集8个振动传感器,则可以节省系统投资。如果多台水泵、风机、皮带机等设备使用一套振动故障诊断系统软硬件,并且尽量少占用软件并发路数,则可以节省大量系统投资。

[0030] 对易损期运转设备和非易损期的高速、高负载、连续运转、易磨损关键部件,不仅需要实时检测振动状态,而且对超限的故障报警还要做出故障分析诊断。例如,矿井通风机是高速、高负载、连续运转设备,其风机轴承和电机轴承是易磨损关键部件,在易损期完整安装其8个振动传感器、1个转速传感器和4个温度传感器,并在振动分析计算机设置成振动报警事件触发弹出故障诊断画面,提供操作人员设备振动超限及其原因。在非易损期,将风机轴承作为重点故障诊断目标,只需在PLC上位机设置振动报警和趋势图,风机轴承振动报警时触发振动分析计算机弹出故障诊断画面,电动机轴承只保留一个纵向振动传感器,最大限度的减少振动分析软件的并发线路数,如果允许就减少振动传感器的配备。例如,矿井主运输上山胶带机是高负载、连续运转设备,通常由多台电动机(变频器/软启动器)驱动多台减速机带动胶带滚筒运转,在易损期需要对电动机和机械传动所有的轴承密集布设振动传感器,并在振动分析计算机设置成振动报警事件触发弹出故障诊断画面,提供操作人员设备振动超限及其原因。在非易损期,将高负载传动机构作为重点故障诊断目标,只需在PLC上位机设置振动报警和趋势图,振动报警时由操作人员在振动分析计算机选择故障诊断画面,甚至每个轴承座可以只保留一个纵向振动传感器,最大限度的减少故障诊断软件的并发路数,减少振动传感器的配备。对于非易损期的一般运转设备,则可以少布设振动传感器,甚至不占用软件并发路数。例如,矿井非主运胶带机和冗余度较高的水泵组,在电动机外壳布设温度传感器和转速传感器,结合电流、电压等参数检测电动机运行状态,只在机械传动轴承座布设振动传感器,在PLC上位机设置振动报警和趋势图,不占用软件并发路数。

[0031] 为了运转设备的在线振动故障诊断和事后离线故障分析,还需要改造现有设备控制系统,使振动监测系统和设备控制系统同步,并且记录下导致振动异常事件的相关信息。当某个事件触发,例如风机轴承温度达到上限报警,开始记录该事件温度报警或振动报警后的轴承温度、风机轴承座振动、电机轴承座振动、转速、电流、电压、功率等一系列工况数据和曲线,由振动监测系统和设备控制系统协同给出分析:从报警开始的工况变化和导致故障的原因。

[0032] 除了振动检测之外,本发明还提供一种振动监测系统,该系统由振动分析计算机和设备控制系统组成两类振动状态检测和故障诊断系统,其包括:一套振动分析计算机通过矿井环网连接设备控制系统主机,连接多套地面和井下设备控制系统,组成全矿井或全生产区域振动状态检测和故障诊断系统;以及一套振动分析计算机和某一套设备控制系统连接,组成局部振动状态检测和故障诊断系统。在全矿井或全生产区域振动状态检测和故障诊断系统和局部振动状态检测和故障诊断系统中,每套地面和井下设备控制系统含有

PLC,该PLC连接局部分时振动测量模块,控制分时接通所辖振动测量组的振动传感器并采集转速传感器和温度传感器信号。

[0033] 更进一步,振动状态检测和故障诊断系统可以包括以下组成方式:(1)振动分析计算机和所连接的设备控制系统的PLC组成全生产区域的振动状态检测和故障诊断系统,(2)振动分析计算机和所连接的设备控制系统的PLC组成局部振动状态检测和故障诊断系统,(3)振动分析计算机和所连接的PLC组成振动状态检测和故障诊断系统,该PLC独立于设备控制系统之外。

[0034] 图2是与本发明相关的全矿井或全生产区域设备控制系统和振动分析系统关联示意图。图中一套振动分析计算机3通过矿井环网11连接设备控制系统主机10,连接多套地面设备系统12和多套井下设备系统13;一套振动分析计算机3也可以和某一套设备系统连接。其中每套设备系统都配有PLC4等控制器,多套分时振动测量模块2可以归入设备系统,也可以归入独立于设备控制系统的PLC4,多套分时振动测量模块2连接PLC4和矿井环网11,PLC4分组分时采集下连的振动传感器1、转速传感器6和温度传感器5。

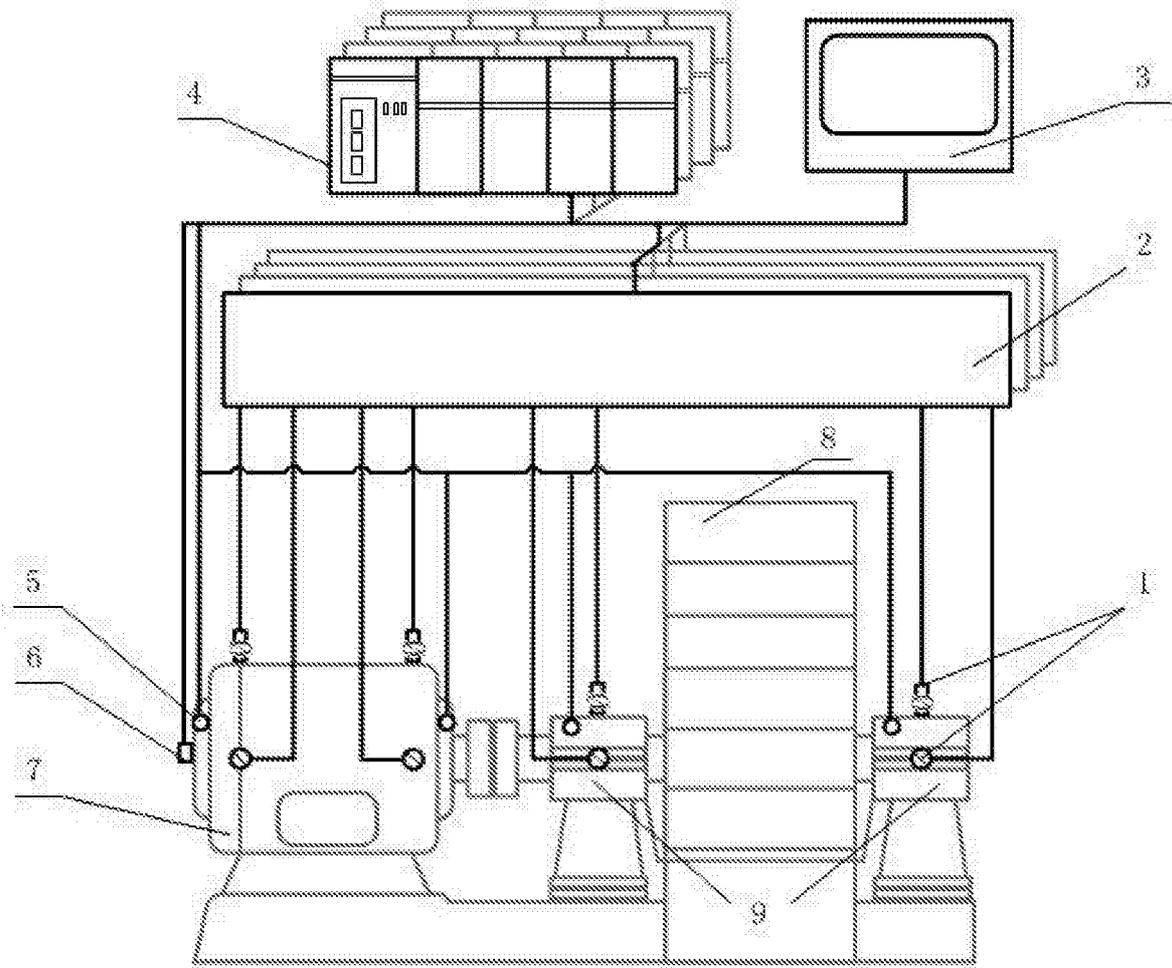


图1

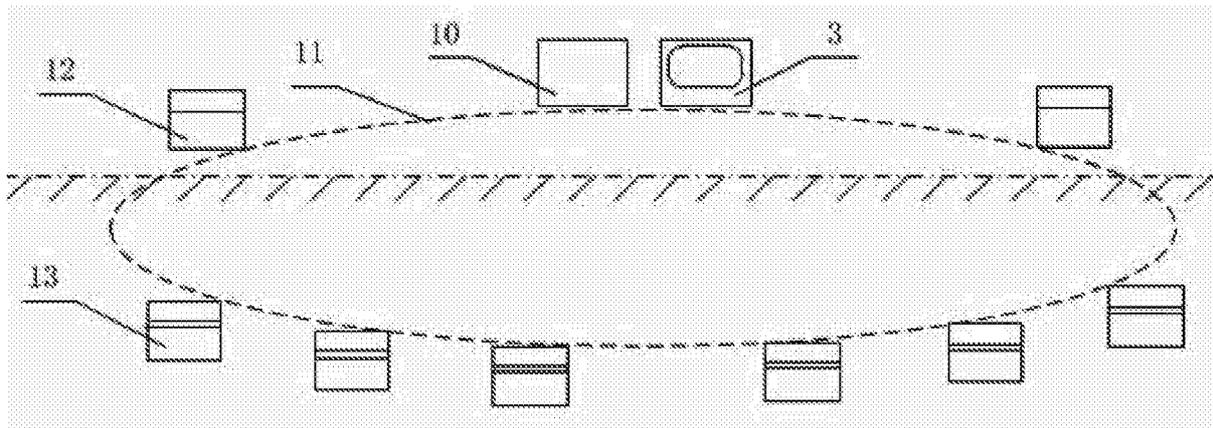


图2