



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111985654 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 24

(21) 申请号 202010665728.1

(22) 申请日 2020.07.11

(71) 申请人 昇兴(安徽)包装有限公司  
地址 239000 安徽省滁州市上海北路268号

(72) 发明人 李光春 林邦辉 刘杰奎 王会宁  
张金双 田野

(74) 专利代理机构 长沙睿翔专利代理事务所  
(普通合伙) 43237

代理人 周松华 孙建霞

(51) Int. Cl.

G06Q 10/00 (2012.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G01D 21/02 (2006.01)

G06F 119/04 (2020.01)

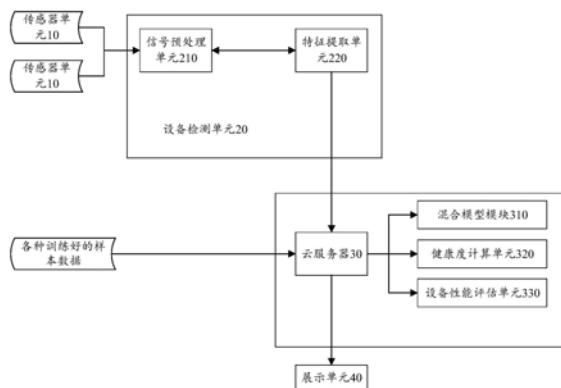
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种智能化设备健康管理系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种智能化设备健康管理系统及方法。系统包括传感器单元,用于检测设备运行过程中的状态数据;设备检测单元,用于对传感器单元检测所检测的信号进行预处理及特征值提取;云服务器,用于将设备检测单元所提取的特征值输入至预先建立的混合模型中得出设备健康度和设备性能数据;展示单元,用于展示所述云服务器所计算的设备健康度和设备性能数据;所述传感器单元、设备检测单元、云服务器和展示单元依次连接。本发明可以对生产设备的运行状态进行检测、记录、智能诊断、提前故障预警,并可通过互联网同时对多家工厂和多种设备进行实时监测。



1. 一种智能化设备健康管理系统,其特征在于,包括:  
传感器单元,用于检测设备运行过程中的状态数据;  
设备检测单元,用于对传感器单元检测所检测的信号进行预处理及特征值提取;  
云服务器,用于将设备检测单元所提取的特征值输入至预先建立的混合模型中得出设备健康度和设备性能数据;

展示单元,用于展示所述云服务器所计算的设备健康度和设备性能数据;

所述传感器单元、设备检测单元、云服务器和展示单元依次连接。

2. 根据权利要求1所述的智能化设备健康管理系统,其特征在于,在所述设备为冲杯机时,所述传感器单元包括振动传感器和应变传感器,所述冲杯机的每个导柱上均安装有振动传感器和应变传感器;在所述设备为缩翻机时,所述传感器单元包括激光位置传感器和振动传感器,所述激光位置传感器和振动传感器安装于缩翻机上。

3. 根据权利要求1所述的智能化设备健康管理系统,其特征在于,所述设备检测单元包括:信号预处理单元,用于对传感器单元输入的信号进行去除异常点、均值和趋势项的预处理;特征提取单元,用于对预处理后的信号进行提取时域信号统计指标以构建特征矩阵,并对形成的特征矩阵进行主成分分析,再对特征进行降序排列以提取设定阈值以上信息的特征序列。

4. 根据权利要求1所述的智能化设备健康管理系统,其特征在于,所述云服务器包括:

混合模型模块,所述混合模型模块包括健康度计算模型和寿命预测模型,所述健康度计算模型的建立方法为:通过设备检测单元所提取的多组特征值进行假设检验,若该特征值不符合高斯正态分布,则建立高斯混合模型并求取正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ ,所述寿命预测模型的建立方法为:通过对振动的特征数据建立正常状态高斯混合模型,并且在设备运行过程中产生的故障数据还导入至所述寿命预测模型中;

健康度计算单元,将设备检测单元所提出的特征值作为当前样本并建立当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ ,并利用当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ 与正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ 进行对比,得出当前样本的健康度指标 $CV$ ,

$$CV = \frac{\|H(x) * G(x)\|_{L2}}{\|H(x)\|_{L2} * \|G(x)\|_{L2}}$$

设备性能评估单元,将各时刻的特征值输入至寿命预测模型中得出该时刻率属于寿命预测模型的似然概率,并通过加权移动平均法对该似然概率进行处理以得到设备性能状态评估指标。

5. 根据权利要求1所述的智能化设备健康管理系统,其特征在于,所述展示单元通过web或者手机端app访问所述云服务器。

6. 一种根据权利要求1所述的智能化设备健康管理系统的管理方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

S1、获取设备在运行过程中的状态数据;

S2、对获取的设备状态进行预处理并提取特征值;

S3、将提取的特征值输入至预先建立的混合模型中计算得出设备的健康度和设备的性能数据;

S4、将所述设备的健康度和设备的性能数据进行展示。

7. 根据权利要求6所述的管理方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括:通过应变振动

---

传感器和振动传感器检测设备运行过程中的应变数据和振动数据。

## 一种智能化设备健康管理系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及设备管理技术领域,更具体地说,特别涉及一种智能化设备健康管理系统及方法。

### 背景技术

[0002] 在一些企业尤其是集团类企业,多种设备都是分别进行分散管理,没有实时监测。设备的维修主要是预防方式和故障抢修方式,无法准确判断设备真实的运行状态,且无法预先知道设备可能会现的故障;在预防性维修时,没有数据依据,无法根据设备日常的运行情况准确安排维修重点,导致维修成本高,在设备出现突发故障时,停机时间长,故障查找困难、维修成本高。为此,有必要开发一种智能化设备健康管理系统。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种智能化设备健康管理系统及方法,以克服现有技术所存在的缺陷。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0005] 一种智能化设备健康管理系统,包括:

[0006] 传感器单元,用于检测设备运行过程中的状态数据;

[0007] 设备检测单元,用于对传感器单元检测所检测的信号进行预处理及特征值提取;

[0008] 云服务器,用于将设备检测单元所提取的特征值输入至预先建立的混合模型中得出设备健康度和设备性能数据;

[0009] 展示单元,用于展示所述云服务器所计算的设备健康度和设备性能数据;

[0010] 所述传感器单元、设备检测单元、云服务器和展示单元依次连接。

[0011] 进一步地,在所述设备为冲杯机时,所述传感器单元包括振动传感器和应变传感器,所述冲杯机的每个导柱上均安装有振动传感器和应变传感器;在所述设备为缩翻机时,所述传感器单元包括激光位置传感器和振动传感器,所述激光位置传感器和振动传感器安装于缩翻机上。

[0012] 进一步地,所述设备检测单元包括:信号预处理单元,用于对传感器单元输入的信号进行去除异常点、均值和趋势项的预处理;特征提取单元,用于对预处理后的信号进行提取时域信号统计指标以构建特征矩阵,并对形成的特征矩阵进行主成分分析,再对特征进行降序排列以提取设定阈值以上信息的特征序列。

[0013] 进一步地,所述云服务器包括:混合模型模块,所述混合模型模块包括健康度计算模型和寿命预测模型,所述健康度计算模型的建立方法为:通过设备检测单元所提取的多组特征值进行假设检验,若该特征值不符合高斯正态分布,则建立高斯混合模型并求取正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ ,所述寿命预测模型的建立方法为:通过对振动的特征数据建立正常状态高斯混合模型,并且在设备运行过程中产生的故障数据还导入至所述寿命预测模型中;

[0014] 健康度计算单元,将设备检测单元所提出的特征值作为当前样本并建立当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ ,并利用当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ 与正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ 进行对比,得出当前样本的健康度指标 $CV$ ,
$$CV = \frac{\|H(x)+G(x)\|_{L2}}{\|H(x)\|_{L2}+\|G(x)\|_{L2}}$$

[0015] 设备性能评估单元,将各时刻的特征值输入至寿命预测模型中得出该时刻率属于寿命预测模型的似然概率,并通过加权移动平均法对该似然概率进行处理以得到设备性能状态评估指标。

[0016] 进一步地,所述展示单元通过web或者手机端app访问所述云服务器。

[0017] 本发明还提供一种智能化设备健康管理方法,该方法包括以下步骤:

[0018] S1、获取设备在运行过程中的状态数据;

[0019] S2、对获取的设备状态进行预处理并提取特征值;

[0020] S3、将提取的特征值输入至预先建立的混合模型中计算得出设备的健康度和设备的性能数据;

[0021] S4、将所述设备的健康度和设备的性能数据进行展示。

[0022] 进一步地,所述步骤S1具体包括:通过应变振动传感器和振动传感器检测设备运行过程中的应变数据和振动数据。

[0023] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明可以对生产设备的运行状态进行检测、记录、智能诊断、提前故障预警,并可通过互联网同时对多家工厂和多种设备进行实时监测。

## 附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1是本发明智能化设备健康管理系统的框架图。

[0026] 图2是本发明智能化设备健康管理方法的流程图。

[0027] 图3是本发明智能化设备健康管理系统中设备为冲杯机时的web展示图。

[0028] 图4是本发明智能化设备健康管理系统中设备为冲杯机时的app展示图。

[0029] 图5是本发明智能化设备健康管理系统中设备为翻缩机时的web展示图。

[0030] 图6是本发明智能化设备健康管理系统中设备为翻缩机时的app展示图。

[0031] 图7是本发明智能化设备健康管理系统中设备为冲杯机时振动时域信号和频谱图。

[0032] 图8是本发明智能化设备健康管理系统中设备为冲杯机时应变信号图。

[0033] 图9是本发明中当前的样本的模型与正常状态的模型进行对比图。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明的优选实施例进行详细阐述,以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解,从而对本发明的保护范围做出更为清楚明确的界定。

[0035] 参阅图1所示,本发明提供一种智能化设备健康管理系统,包括:传感器单元10,用于检测设备运行过程中的状态数据;设备检测单元20,用于对传感器单元检测10所检测的信号进行预处理及特征值提取;云服务器30,用于将设备检测单元20所提取的特征值输入至预先建立的混合模型中得出设备健康度和设备性能数据;展示单元40,用于展示所述云服务器30所计算的设备健康度和设备性能数据;所述传感器单元10、设备检测单元20、云服务器30和展示单元40依次连接。

[0036] 本实施例中,在设备为冲杯机时,所述传感器单元10包括振动传感器和应变传感器,所述冲杯机的每个导柱上均安装有振动传感器和应变传感器;这是由于冲杯机主要作用是将薄铝板,冲压成杯形。主要分为冲杯机床身和冲杯机模座。冲压过程中床身带动模座上下往复运动,冲杯机在四角各安装有导柱,上下往复运动时通过导柱保持模座的平衡,如导柱磨损严重或间隙过大,会造成模座运行不平衡,影响产品质量或直接造成模具损坏,所以选择四个导柱位置作为运行的关键监测点,通过安装振动传感器和应变传感器,对四个导柱位置进行实时监测。

[0037] 在所述设备为缩翻机时,所述传感器单元10包括激光位置传感器和振动传感器,所述激光位置传感器和振动传感器安装于缩翻机上,这是由于缩翻机的作用是将前段工序的罐体,通过模具将罐口部挤压成所需的形状。工作时需要保证标准的模具销高,才能保证产品成形。如销高发生变化,会直接影响产品质量或损坏模具;另外,缩颈是模块化结构,多组模块边接在起,当某一组模块出现问题时,会直接影响整个设备运行或导致传动部件的严重损坏。需要选用激光位置传感器和振动传感器,对设备运行时的销高设定和振动进行实时监测。

[0038] 所述设备检测单元20包括:信号预处理单元210,用于对传感器单元10输入的信号进行去除异常点、均值和趋势项的预处理;特征提取单元220,用于对预处理后的信号进行提取时域信号统计指标以构建特征矩阵,并对形成的特征矩阵进行主成分分析,再对特征进行降序排列以提取设定阈值以上信息的特征序列。

[0039] 所述云服务器30包括:混合模型模块310,所述混合模型模块310包括健康度计算模型和寿命预测模型,所述健康度计算模型的建立方法为:通过设备检测单元20所提取的多组特征值进行假设检验,若该特征值不符合高斯正态分布,则建立高斯混合模型并求取正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ ,所述寿命预测模型的建立方法为:通过对振动的特征数据建立正常状态高斯混合模型,并且在设备运行过程中产生的故障数据还导入至所述寿命预测模型中;健康度计算单元320,将设备检测单元20所提出的特征值作为当前样本并建立当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ ,并利用当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ 与正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ 进行对比,得出当前样本的健康度指标 $CV$ ,  $CV = \frac{\|H(x)-G(x)\|_{L2}}{\|H(x)\|_{L2} + \|G(x)\|_{L2}}$ ; 设备性能评估单元330,将各时刻的特征值输入至寿命预测模型中得出该时刻率属于寿命预测模型的似然概率,并通过加权移动平均法对该似然概率进行处理以得到设备性能状态评估指标。

[0040] 所述展示单元40通过web或者手机端app访问所述云服务器30。

[0041] 参阅图2所示,为本发明还提供一种智能化设备健康管理方法,包括以下步骤:

[0042] S1、获取设备在运行过程中的状态数据,比如:通过应变振动传感器和振动传感器

检测设备运行过程中的应变数据和振动数据。

[0043] S2、对获取的设备状态进行预处理并提取特征值；

[0044] S3、将提取的特征值输入至预先建立的混合模型中计算得出设备的健康度和设备的性能数据；

[0045] S4、将所述设备的健康度和设备的性能数据进行展示。

[0046] 下面分别对设备为冲杯机或缩翻机时，本发明的智能化设备健康管理系统是如何实现的作进一步说明。

[0047] 在设备为冲杯机时，在冲杯机的4个导柱上安装应变传感器和振动传感器，通过这两种类型的传感器来获取导柱冲杯过程中的应变数据和振动数据。由于冲杯机在不同的工作工况下，导柱产生的应变和振动特征有区别，因此，对于冲杯机的监测要分工况进行。本系统通过对振动数据的处理求取冲杯速度来实现金属包装冲压机的变工况故障诊断功能。然后采用嵌入式控制器（即设备检测单元）实现边缘计算及数据传送。这种工况求取方式避免了额外增加传感器或设备获取冲杯机的工作状态。

[0048] 本实施例中的边缘计算（即预处理并提取特征值）主要包括数据的异常值剔除、原始数据存储以及特征值计算，计算完成后，按工况将代表冲压机冲杯的特征值数据上传到指定的云端服务器。

[0049] 本系统在云端服务器使用基于统计的方法来实现导柱的健康诊断与寿命评估，在进行导柱的健康度计算和寿命评估之前，需要建立相应的模型，由于缺少冲压机导柱的失效数据，本系统建立了基于高斯混合模型的健康度计算算法模型和基于冲压机性能退化数据的寿命预测模型，模型建立后，特征值数据直接输入模型即可求得当前的导柱健康度及工作性能。系统将提供web的及手机端APP的访问方式。系统将以网站的形势发布在云服务器上，客户通过浏览器或者APP客户端的方式进行访问，可以随时查看冲压机的状态（如图3和图4所示）。

[0050] 在使用时，由于冲杯机属于往复式的工作设备，针对冲杯机导柱的工作特性，选取一定的特征指标。冲杯机振动时域信号和频谱图如图7所示，应变信号如图8所示。冲杯机的振动时域信号具有明显的脉冲特征，在频谱上很难看到有用的信息，因此主要通过振动时域信号和应变信号来获取冲压机导柱的特征。实现步骤如下：

[0051] 选择某个通道的振动数据进行阈值去噪，然后求取冲压机时域信号的冲杯时间间隔，即可求得冲压机工作速度。利用此速度即可进行工况的判断。

[0052] 采集符合工况条件的振动信号和应变信号，去除信号中的异常点、均值、趋势项。

[0053] 提取时域信号统计指标，构建冲压机导柱的特征矩阵，对形成的特征矩阵进行主成分分析，然后对特征进行降序排列，提取95%以上信息的特征序列。

[0054] 对于降维后的特征数据进行假设检验，如果不服从高斯正态分布，则建立高斯混合模型，然后求取正常情况的高斯混合模型 $H(x)$ ，以及当前样本的高斯混合模型 $G(x)$ 。利用当前的样本的模型与正常状态的模型进行对比（如图9所示），求取当前样本的健康指标CV，

求取公式如下：
$$\frac{\|H(x)+G(x)\|_{L2}}{\|H(x)\|_{L2}+\|G(x)\|_{L2}}$$
;

[0055] 基于高斯混合模型的性能评估模型，利用冲压机正常状态的振动数据，提取特征值，建立 $H(x)$ ，作为基准模型。然后将各时刻的特征数据作为输入，输入基准模型中，根据相应的计算公式得到该时刻隶属于基准模型的似然概率，最后引入加权移动平均法对该似然概

率进行处理,最终得到设备性能状态评估指标。

[0056] 冲压机导柱的健康度趋势可以反映冲杯的质量变化,因此可以直接通过对冲压机导柱健康度的趋势分析来查看冲杯质量。随着冲压机的生产运行,可以积累生产过程中的故障数据,用于后续冲压机导柱的故障诊断与智能监测。

[0057] 在设备为缩翻机时,其处理方法与冲杯机相同,不同之处在于,缩翻机采用激光位置传感器和振动传感器来采集信号,监测、收集缩翻机运行时产生的振动,以及缩翻机销高是否在合格范围内,图5和图6所示为,客户通过浏览器或者APP客户端的方式进行访问,可以随时查看缩翻机的状态。

[0058] 本发明可以对生产设备的运行状态进行检测、记录、智能诊断、提前故障预警,并可通过互联网同时对多家工厂和多种设备进行实时监测。

[0059] 虽然结合附图描述了本发明的实施方式,但是专利所有者可以在所附权利要求的范围之内做出各种变形或修改,只要不超过本发明的权利要求所描述的保护范围,都应当在本发明的保护范围之内。



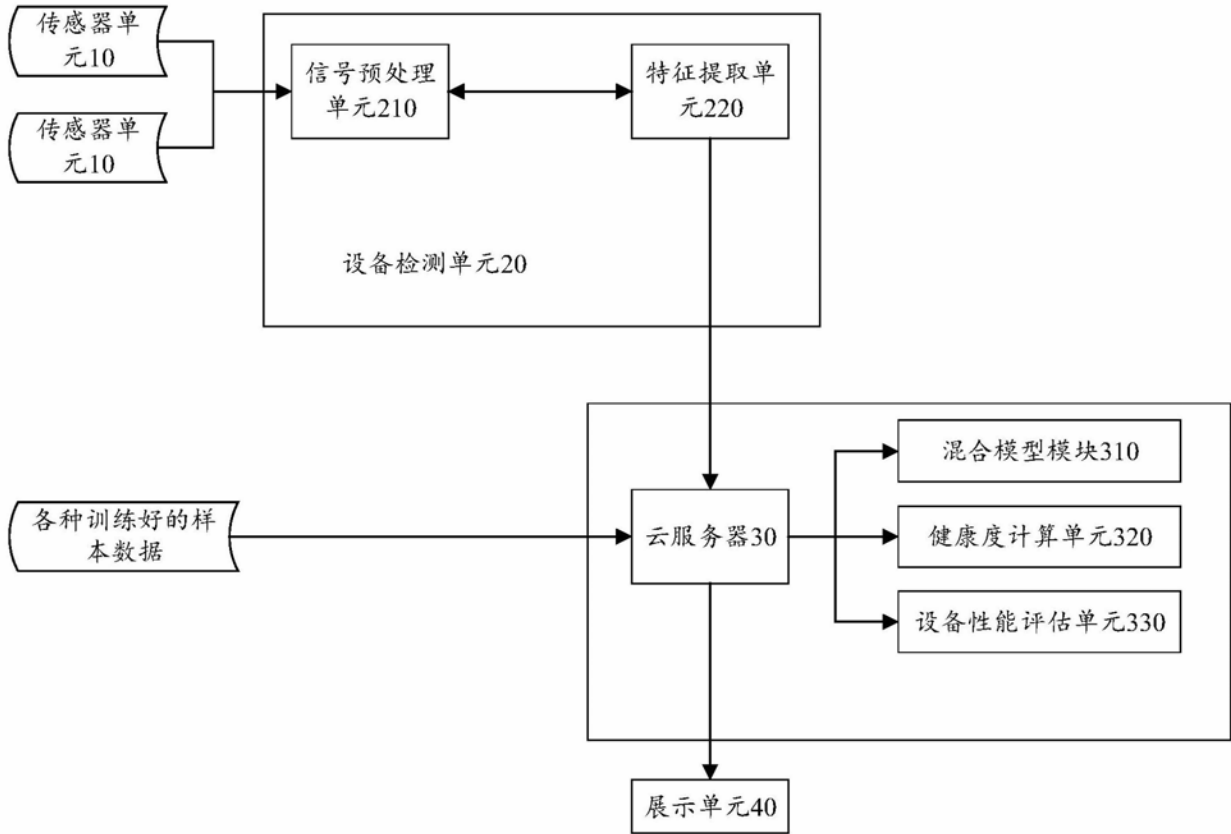


图1

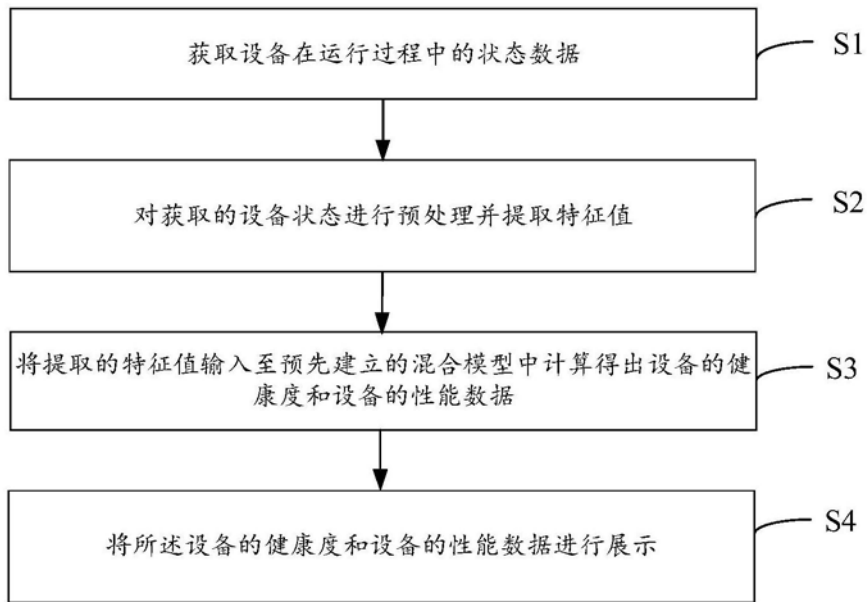
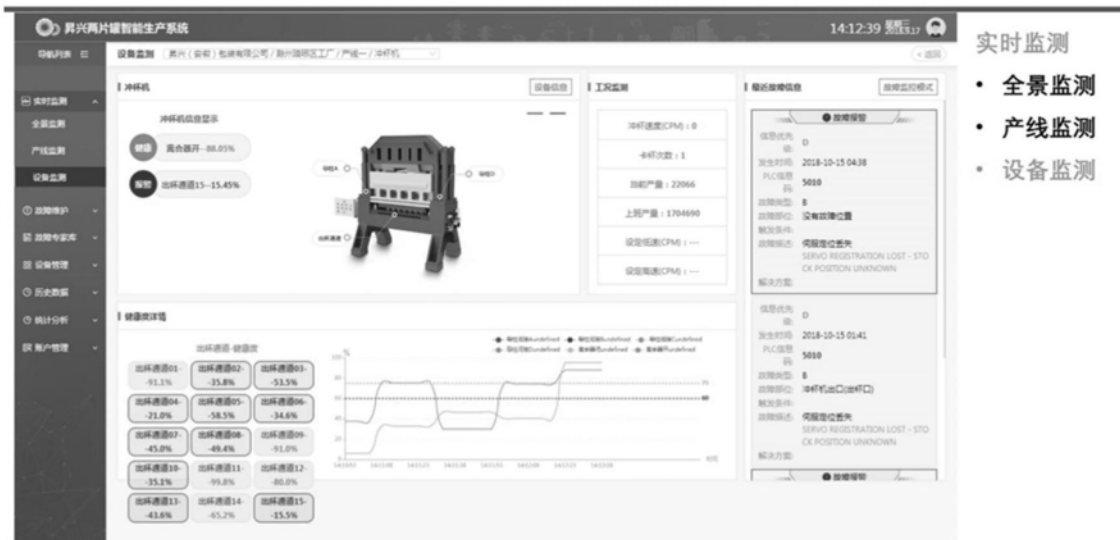


图2



实时监控

- 全景监测
- 产线监测
- 设备监测

图3



图4



- 实时监控
- 全景监测
  - 产线监测
  - 设备监测

图5



图6

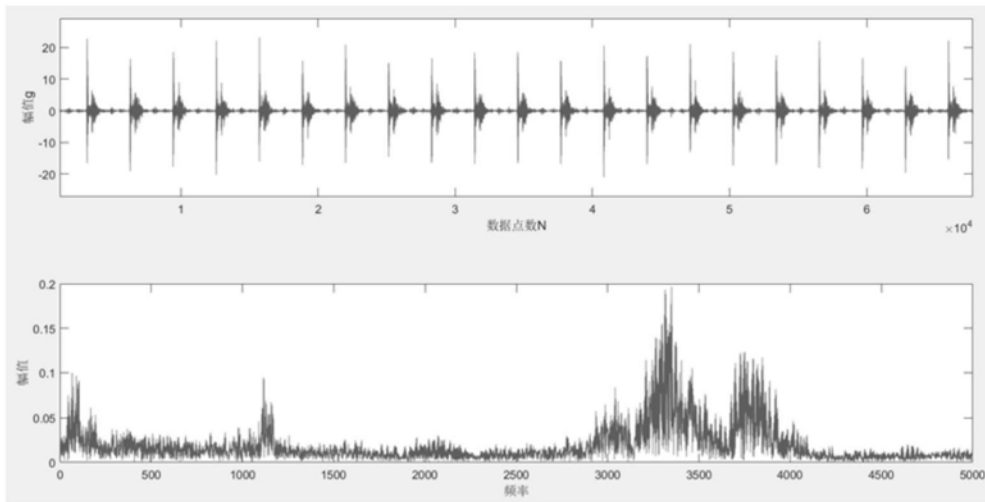


图7

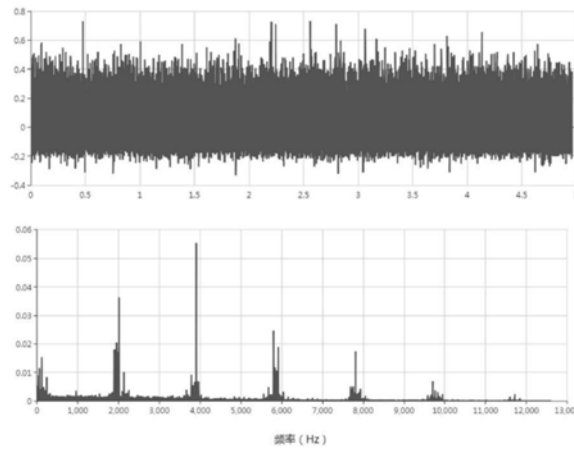


图8

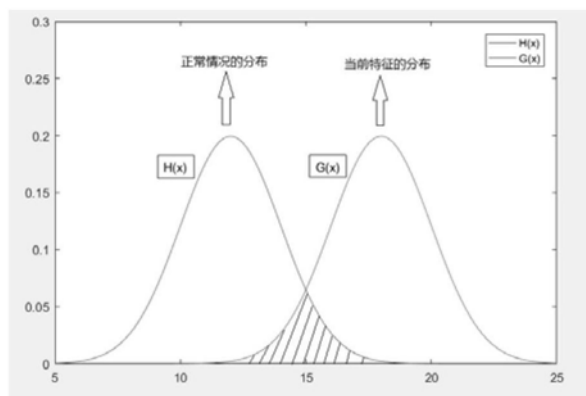


图9