



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104535176 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510032504. 6

(22) 申请日 2015. 01. 22

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 陈英华 韩东 许纹倚 陈友樟
桂雄斌

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224
代理人 贾满意 李双皓

(51) Int. Cl.
G01H 17/00(2006. 01)

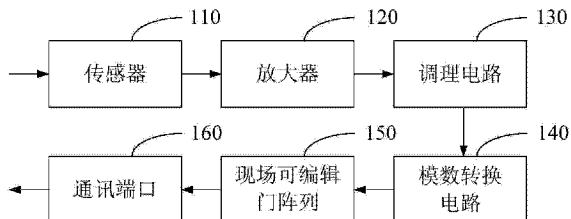
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

振动和噪声检测装置和方法

(57) 摘要

本发明公开一种振动和噪声检测装置和方法。所述振动和噪声检测装置包括传感器、放大器、模数转换电路、现场可编辑门阵列和通讯端口；所述传感器用于采集振动信息或噪声信息；所述放大器用于将所述传感器采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理；所述模数转换电路用于将所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号；所述现场可编辑门阵列用于对所述模数转换电路输出的所述数字信号进行FFT处理后检测峰值点，筛选出满足预设要求的峰值点；所述通讯端口用于将满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。上述振动和噪声检测装置和方法提供了一种用于自动化生产线的廉价的振动和噪声检测装置。



1. 一种振动和噪声检测装置,用于自动化生产线的振动和噪声检测分析,其特征在于,包括依次连接的传感器(110)、放大器(120)、模数转换电路(140)、现场可编辑门阵列(150)和通讯端口(160);

所述传感器(110)用于采集振动信息或噪声信息;

所述放大器(120)用于将所述传感器(110)采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理;

所述模数转换电路(140)用于将所述放大器(120)放大处理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号;

所述现场可编辑门阵列(150)用于对所述模数转换电路(140)输出的所述数字信号进行FFT处理后检测峰值点,筛选出满足预设要求的峰值点;

所述通讯端口(160)用于将满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

2. 根据权利要求1所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,还包括调理电路(130),所述调理电路(130)的输入端与所述放大器(110)的输出端连接,所述调理电路(130)的输出端与所述模数转换电路(140)的输入端连接;

经所述放大器(120)放大处理后的振动信息或噪声信息通过所述调理电路(130)调理后,传送给所述模数转换电路(140)。

3. 根据权利要求1所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,所述峰值点信息包括幅值和对应的频率值。

4. 根据权利要求3所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,按照频率值顺序,所述峰值点左侧最近的两个点的幅值逐渐增大,且所述峰值点右侧最近的两个点的幅值逐渐减小。

5. 根据权利要求1所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,所述通讯端口(160)通过工业以太网或Modbus总线发送所述峰值点信息。

6. 根据权利要求1所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,所述现场可编辑门阵列(150)包括:FFT模块(151)、峰值检测模块(152)和峰值筛选模块(153);

所述FFT模块(151)用于对所述模数转换电路(140)输出的所述数字信号进行FFT处理;

所述峰值检测模块(152)用于在所述FFT模块(151)输出的FFT处理结果中检测峰值点;

所述峰值筛选模块(153)用于将所述峰值检测模块(152)检测到的峰值点按预设要求进行筛选。

7. 根据权利要求6所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,所述峰值筛选模块(153)在所述峰值检测模块(152)检测到的峰值点中筛选出最大幅值对应的峰值点。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的振动和噪声检测装置,其特征在于,所述传感器(110)为加速度传感器或声纳传感器,所述放大器(120)为电荷放大器。

9. 一种振动和噪声检测方法,用于自动化生产线的振动和噪声检测分析,其特征在于,包括以下步骤:

通过传感器采集振动信息或噪声信息;

通过放大器将所述传感器采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理；
通过调理电路将所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息进行调理；
通过模数转换电路将所述调理电路调理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号；
通过现场可编辑门阵列将所述数字信号进行 FFT 处理后检测峰值点，并筛选出满足预设要求的峰值点；

通过通讯端口将所述满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

10. 根据权利要求 9 所述的振动和噪声检测方法，其特征在于，所述预设要求的峰值点为所检测到的峰值点中最大幅值对应的峰值点。

振动和噪声检测装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及振动和噪声检测技术领域,尤其涉及一种振动和噪声检测装置和方法。

背景技术

[0002] 振动与噪声是工业现场自动化生产线传动机构的常见问题。振动会影响机械结构的寿命和加工设备的精度,同时也会带来噪声。目前对振动及噪声的检测设备几乎被国外产品所垄断,而且价格昂贵。另外,设备购回后需要对操作人员进行长期的培训才能上岗,进行振动与噪声的诊断及分析。采购国外设备进行振动与噪声的分析与诊断所需周期长,且成本增加较大,不利于机械结构的设计与修改。

发明内容

[0003] 基于此,有必要提供一种廉价的振动和噪声检测装置。

[0004] 一种振动和噪声检测装置,用于自动化生产线的振动和噪声检测分析,包括依次连接的传感器、放大器、模数转换电路、现场可编辑门阵列和通讯端口;

[0005] 所述传感器用于采集振动信息或噪声信息;

[0006] 所述放大器用于将所述传感器采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理;

[0007] 所述模数转换电路用于将所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号;

[0008] 所述现场可编辑门阵列用于对所述模数转换电路输出的所述数字信号进行 FFT 处理后检测峰值点,筛选出满足预设要求的峰值点;

[0009] 所述通讯端口用于将满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

[0010] 在其中一个实施例中,振动和噪声检测装置还包括调理电路,所述调理电路的输入端与所述放大器的输出端连接,所述调理电路的输出端与所述模数转换电路的输入端连接;

[0011] 经所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息通过所述调理电路调理后,传递给所述模数转换电路。

[0012] 在其中一个实施例中,所述峰值点信息包括幅值和对应的频率值。

[0013] 在其中一个实施例中,按照频率值顺序,所述峰值点左侧最近的两个点的幅值逐渐增大,且所述峰值点右侧最近的两个点的幅值逐渐减小。

[0014] 在其中一个实施例中,所述通讯端口通过工业以太网或 Modbus 总线发送所述峰值点信息。

[0015] 在其中一个实施例中,所述现场可编辑门阵列包括:FFT 模块、峰值检测模块和峰值筛选模块;

[0016] 所述 FFT 模块用于对所述模数转换电路输出的所述数字信号进行 FFT 处理;

[0017] 所述峰值检测模块用于在在所述 FFT 模块输出的 FFT 处理后的结果中检测峰值点；

[0018] 所述峰值筛选模块用于将所述峰值检测模块检测到的峰值点按预设的要求进行筛选。

[0019] 在其中一个实施例中,所述峰值筛选模块将所述峰值检测模块检测到的峰值点按照所对应的幅值的大小关系排序,并从排序结果中筛选出最大幅值对应的峰值点。

[0020] 在其中一个实施例中,所述传感器为加速度传感器或声纳传感器,所述放大器为电荷放大器。

[0021] 本发明还提出一种振动和噪声检测方法,用于自动化生产线的振动和噪声检测分析,包括以下步骤:

[0022] 通过传感器采集振动信息或噪声信息;

[0023] 通过放大器将所述传感器采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理;

[0024] 通过调理电路将所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息进行调理;

[0025] 通过模数转换电路将所述调理电路调理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号;

[0026] 通过现场可编辑门阵列将所述数字信号进行 FFT 处理后检测峰值点,并筛选出满足预设要求的峰值点;

[0027] 通过通讯端口将所述满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

[0028] 在其中一个实施例中,所述预设要求的峰值点为所检测到的峰值点中最大幅值对应的峰值点。

[0029] 上述振动和噪声检测装置和方法,对振动信息或噪声信息进行 FFT 处理后,生成频域信息,然后在频域信息中检测峰值点,并筛选出满足预设要求的峰值点,最后输出满足预设要求的峰值点的峰值点信息。上述振动和噪声检测装置和方法能够实现振动信息或噪声信息的在线检测和分析,提供了一种用于自动化生产线的廉价的振动和噪声检测装置和方法。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明振动和噪声检测装置一个实施例的结构示意图;

[0031] 图 2 为本发明振动和噪声检测装置一个实施例中的现场可编辑门阵列的结构示意图;

[0032] 图 3 为本发明振动和噪声检测装置一个实施例中的峰值点检测原理示意图;

[0033] 图 4 为采用本发明振动和噪声检测装置进行峰值点检测的流程图;

[0034] 图 5 为采用本发明振动和噪声检测装置进行峰值点排序的流程图;

[0035] 图 6 为本发明振动和噪声检测方法一个实施例的流程示意图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图对本发明振动和噪声检测装置和方法的具体实施方式进行说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅

仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0037] 参见图 1,本发明提出一种振动和噪声检测装置,用于自动化生产线的振动和噪声的检测和分析,包括依次连接的传感器 110、放大器 120、模数转换电路 140、现场可编辑门阵列 150 和通讯端口 160。

[0038] 其中,传感器 110 用于采集振动信息或噪声信息,设置在机械结构或噪声 生源上。放大器 120 用于将传感器 110 采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理。模数转换电路 140 用于将放大器 120 放大后的振动信息或噪声信息转换为数字信号。现场可编辑门阵列 150 用于对模数转换电路 140 输出的所述数字信号进行 FFT(fast Fourier transform, 快速傅里叶变换)处理,并在 FFT 处理后的结果中检测峰值点,然后在检测到的峰值点中筛选出满足预设要求的峰值点。通讯端口 160 用于将满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

[0039] 上述振动和噪声检测装置,对振动信息或噪声信息进行 FFT 处理后,生成频域信息,然后在频域信息中检测峰值点,并对检测到的峰值点进行筛选,最后输出满足预设要求的峰值点的峰值点信息。上述振动和噪声检测装置能够实现振动信息或噪声信息的在线检测和 分析,提供了一种用于自动化生产线的廉价的振动和噪声检测装置。

[0040] 其中,所述预设要求的峰值点可为将峰值点按对应的幅值的大小排序后,幅值最大的峰值点,或幅值大于某一数值的峰值点,或预设排序范围的峰值点等。具体根据用户的需求而定。

[0041] 本实施例中,所述峰值点信息包括幅值和对应的频率值。

[0042] 参见图 2,现场可编辑门阵列 150 包括 FFT 模块 151、峰值检测模块 152 和峰值筛选模块 153。

[0043] FFT 模块 151 用于对模数转换电路 140 输出的所述数字信号进行 FFT 处理。通过 FFT 处理,所述数字信号由原来的时域信息变成对应的频域信息。该频域信息的每个点对应一个频率值和一个幅值。因此会出现某些频率值对应的幅值相对两侧频率值对应的幅值呈波峰状。

[0044] 峰值检测模块 152 用于在 FFT 模块 152 输出的 FFT 处理结果中检测峰值点。按照频率值顺序,所述峰值点左侧最近的至少两个点幅值逐渐增大,且所述峰值点右侧最近的至少两个点幅值逐渐减小。

[0045] 参见图 3,本实施例中,峰值点的检测原理如下所述。N 个采样点经过 FFT 处理后对应 N 个幅值和 N 个频率值。例如其中五个幅值分别为 A_{m-2} 、 A_{m-1} 、 A_m 、 A_{m+1} 和 A_{m+2} ,对应的五个频率值分别为 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 和 f_{m+2} 。其中, $f_{m-2} < f_{m-1} < f_m < f_{m+1} < f_{m+2}$,且 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 和 f_{m+2} 依次两两相邻。若 A_m 满足 $A_{m-2} < A_{m-1} < A_m > A_{m+1} > A_{m+2}$,则幅值 A_m 即为峰值点的幅值, f_m 为该峰值点的频率。所述峰值点对应的幅值和频率值构成峰值点信息。

[0046] 本实施例中采用了频率值两两相邻的五个幅值来判断峰值点,但本发明并不限于此。例如七个幅值分别为 A_{m-3} 、 A_{m-2} 、 A_{m-1} 、 A_m 、 A_{m+1} 、 A_{m+2} 和 A_{m+3} ,对应的七个频率值分别为 f_{m-3} 、 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 、 f_{m+2} 和 f_{m+3} 。其中, $f_{m-3} < f_{m-2} < f_{m-1} < f_m < f_{m+1} < f_{m+2} < f_{m+3}$,且 f_{m-3} 、 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 、 f_{m+2} 和 f_{m+3} 依次两两相邻。若 A_m 满足 $A_{m-3} < A_{m-2} < A_{m-1} < A_m > A_{m+1} > A_{m+2} > A_{m+3}$,则幅值 A_m 即为峰值点的幅值, f_m 为该峰值点的频率。

[0047] 参见图 4,本实施例中,峰值点检测的流程为:

[0048] 检测到 FFT 模块输出的处理结果；

[0049] 判断 FFT 处理的采样频率是否满足采样定理，若满足采样定理，则开始检测峰值点；否则，退出检测；

[0050] 若检测到峰值点，则将该峰值点信息输出；否则，返回上一步骤。

[0051] 峰值筛选模块 153 用于将峰值检测模块 152 检测到的峰值点按照预设要求进行筛选。参见图 5，本实施例中，峰值筛选模块 153 将峰值检测模块 152 检测到的峰值点按照所对应的幅值的大小关系排序，并从排序结果中筛选出最大幅值对应的峰值点。具体的流程为：

[0052] 检测到峰值点信息；

[0053] 将该峰值点信息对应的幅值 A_x 与寄存器中存储的峰值点序列中的峰值点信息的幅值依次比较大小；

[0054] 若第一次判断出该峰值点信息对应的幅值 A_x 大于寄存器中存储的第 n 个峰值点的幅值 A_{n-1} ，则将寄存器中存储的第 n 个位置的峰值点信息替换为该峰值点信息，将后序位置的峰值点信息依次替换为原前一位置的峰值点信息。

[0055] 本实施例中，寄存器中存储的峰值点信息是按照对应的幅值由大到小依次排序的，当并不限于此。其他实施例中，还可以按照峰值点的幅值由小到大依次排序，或按照用户的其他要求排序，同时比较寄存器中存储的峰值点序列中的峰值点信息的幅值大小关系的方法也应相应调整。

[0056] 另外，还可以对检测到的峰值点两两比较，筛选出幅值较大的峰值点，并最终筛选出最大幅值对应的峰值点。

[0057] 可以理解的，现场可编辑门阵列 150 接收到模数转换电路 140 转换后的数字信号后，将该数字信号存入缓存之中，等待 FFT 模块 151 进行处理。当缓存中存入第一个数字信号数据后，FFT 模块 151 开始对该数字信号依次进行 FFT 处理。缓存中的数字信号数据达到预设个数时，FFT 模块 151 停止处理数据，并开始向峰值检测模块 152 传送已处理的数字信号数据。峰值检测模块 152 开启检测峰值点，并将检测到的峰值点信息发送到峰值筛选模块 153。峰值筛选模块 153 筛选出满足预设要求的峰值点，并每隔预设时间通过通讯端口 160 向上位机或控制器发送一次预设要求的峰值点的峰值点信息。

[0058] 另外，若现场可编辑门阵列 150 的内部时钟和上位机足够快时，现场可编辑门阵列 150 接收到模数转换电路 140 转换后的数字信号后，该数字信号可不必存入缓存中，而直接被 FFT 模块 151 进行处理。

[0059] 本实施例中，FFT 模块 151 中存储有流结构 FFT 函数程序，峰值检测模块 152 中存储有频域峰值检测函数程序，峰值筛选模块 153 中存储有 N 点峰值排序函数程序，分别用于实现相应的功能。

[0060] 进一步地，所述振动和噪声检测装置还包括调理电路 130。调理电路 130 的输入端与放大器 120 的输出端连接，调理电路 130 的输出端与模数转换电路 140 的输入端连接。经放大器 120 放大处理后的振动信息或噪声信息通过调理电路 130 调理后，传送给模数转换电路 140。

[0061] 可以理解的，经电荷放大器 120 放大后的振动信息或噪声信息，可能与模数转换电路 140 的输入要求不能较好的匹配。因此需通过调理电路 130 对放大后的振动信息或噪

声信息进行调理,然后发送给模数转换电路 140。模数转换电路 140 将经调理电路 130 调理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号。

[0062] 本实施例中,传感器 110 可为加速度传感器或声纳传感器,放大器 120 为电荷放大器。

[0063] 本实施例中,通讯端口可包括 RJ45 模块和 / 或 RS232 模块。通讯端口 160 通过基于 TCP/IP 协议的工业以太网向上位机传送峰值点信息。在其他实施例中,通讯端口 160 还可以通过 Modbus 总线向上位机发送峰值点信息。

[0064] 另外,现场可编辑门阵列 150 可采用 cyclone IV 或者 spartan-6,成本低、功耗小。上述两种产品的逻辑单元与随机存储器的容量需可容纳 8192 点 12bits 的流结构 FFT 算法、频域峰值检测函数程序和 N 点峰值排序函数程序。

[0065] 上述振动和噪声检测装置,能够实现振动信息或噪声信息的在线检测和分析,提供了一种用于自动化生产线的廉价的振动和噪声检测装置。

[0066] 基于同一发明构思,本发明实施例提供一种振动和噪声检测方法,由于此方法解决问题的原理与前述一种振动和噪声检测装置相似,因此,该方法的实施可以通过前述装置实现,重复之处不再赘述。

[0067] 参见图 6,一个实施例中,本发明振动和噪声检测方法包括以下步骤。

[0068] S110,通过传感器采集振动信息或噪声信息。

[0069] 本实施例中,通过传感器采集振动信息或噪声信息,传感器设置在机械结构或噪声生源上。传感器可为加速度传感器或声纳传感器。

[0070] S120,通过放大器将所述传感器采集到的振动信息或噪声信息进行放大处理。

[0071] 本实施例中,所采用的放大器具体为电荷放大器。

[0072] S130,通过调理电路将所述放大器放大处理后的振动信息或噪声信息进行调理。

[0073] 本实施例中,经放大器放大后的振动信息或噪声信息,需通过调理电路进行调理,以更好的对所述振动信息或噪声信息进行下一步处理。

[0074] S140,通过模数转换电路将所述调理电路调理后的振动信息或噪声信息转换为数字信号。

[0075] S150,通过现场可编辑门阵列将所述数字信号进行 FFT 处理后检测峰值点,并筛选出满足预设要求的峰值点。

[0076] 本实施例中,通过 FFT 处理,所述数字信号由原来的时域信息变成对应的频域信息。该频域信息的每个点对应一个频率值和一个幅值。因此会出现某些频率值对应的幅值相对两侧频率值对应的幅值呈波峰状。

[0077] 按照频率值顺序,所述峰值点左侧最近的至少两个点幅值逐渐增大,且所述峰值点右侧最近的至少两个点幅值逐渐减小。

[0078] 具体的,N 个采样点经过 FFT 处理后对应 N 个幅值和 N 个频率值。例如其中五个幅值分别为 A_{m-2} 、 A_{m-1} 、 A_m 、 A_{m+1} 和 A_{m+2} ,对应的五个频率值分别为 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 和 f_{m+2} 。其中, $f_{m-2} < f_{m-1} < f_m < f_{m+1} < f_{m+2}$,且 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 和 f_{m+2} 依次两两相邻。若 A_m 满足 $A_{m-2} < A_{m-1} < A_m > A_{m+1} > A_{m+2}$,则幅值 A_m 即为峰值点的幅值, f_m 为该峰值点的频率。所述峰值点对应的幅值和频率值构成峰值点信息。

[0079] 本实施例中采用了频率值两两相邻的五个幅值来判断峰值点,但本发明并不限于

此。例如七个幅值分别为 A_{m-3} 、 A_{m-2} 、 A_{m-1} 、 A_m 、 A_{m+1} 、 A_{m+2} 和 A_{m+3} ，对应的七个频率值分别为 f_{m-3} 、 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 、 f_{m+2} 和 f_{m+3} 。其中， $f_{m-3} < f_{m-2} < f_{m-1} < f_m < f_{m+1} < f_{m+2} < f_{m+3}$ ，且 f_{m-3} 、 f_{m-2} 、 f_{m-1} 、 f_m 、 f_{m+1} 、 f_{m+2} 和 f_{m+3} 依次两两相邻。若 A_m 满足 $A_{m-3} < A_{m-2} < A_{m-1} < A_m > A_{m+1} > A_{m+2} > A_{m+3}$ ，则幅值 A_m 即为峰值点的幅值， f_m 为该峰值点的频率。

[0080] 本实施例中，对峰值点进行检测的具体流程为：

[0081] 检测到 FFT 模块输出的处理结果；

[0082] 判断 FFT 处理的采样频率是否满足采样定理，若满足采样定理，则开始检测峰值点；否则，退出检测；

[0083] 若检测到峰值点，则将该峰值点信息输出；否则，返回上一步骤。

[0084] 本实施例中，对检测到的峰值点进行筛选的具体方法为：将检测到的峰值点按照所对应的幅值的大小关系排序，并从排序结果中筛选出最大幅值对应的峰值点。具体流程如下：

[0085] 检测到峰值点；

[0086] 将该峰值点对应的幅值 A_x 与寄存器中存储的峰值点序列中的峰值点信息的幅值依次比较大小；

[0087] 若第一次判断出该峰值点信息对应的幅值 A_x 大于寄存器中存储的第 n 个峰值点的幅值 A_{n-1} ，则将寄存器中存储的第 n 个位置的峰值点信息替换为该峰值点信息，将后序位置的峰值点信息依次替换为原前一位置的峰值点信息。

[0088] 当然，所述预设要求的峰值点可为将峰值点按对应的幅值的大小排序后，幅值最大的峰值点，或幅值大于某一数值的峰值点，或预设排序范围的峰值点等。具体根据用户的需求而定。

[0089] 另外，本实施例所采用的现场可编辑门阵列为 cyclone IV，但并不限于此。在其他实施例中，还可以采用 spartan-6 对所述数字信号进行处理。

[0090] S160，通过通讯端口将所述满足预设要求的峰值点的峰值点信息发送给上位机或控制器。

[0091] 所述预设要求的峰值点为将峰值点按对应的幅值的大小排序后，幅值最大的峰值点信息，或幅值大于某一数值的峰值点，或预设排序范围的峰值点等。具体根据用户的需求而定。

[0092] 本实施例中，所述通讯端口通过基于 TCP/IP 协议的工业以太网或 Modbus 总线向上位机或控制器传送峰值点信息。

[0093] 另外，在其他实施例中，还可以不通过调理电路对所述振动信息或噪声信息进行调理，而直接采用模数转换电路对所述振动信息或噪声信息进行模数转换。

[0094] 上述振动和噪声检测方法，提供了一种能够在线对自动化生产线的振动和噪声信息进行检测并简单分析的方法，而且较为廉价。

[0095] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

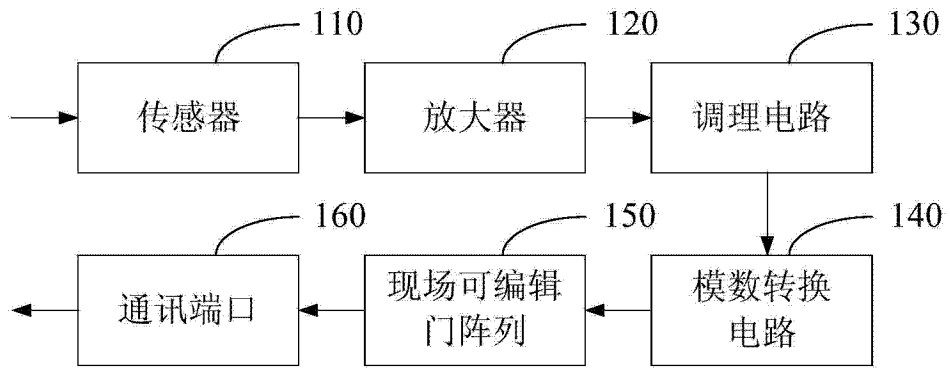


图 1

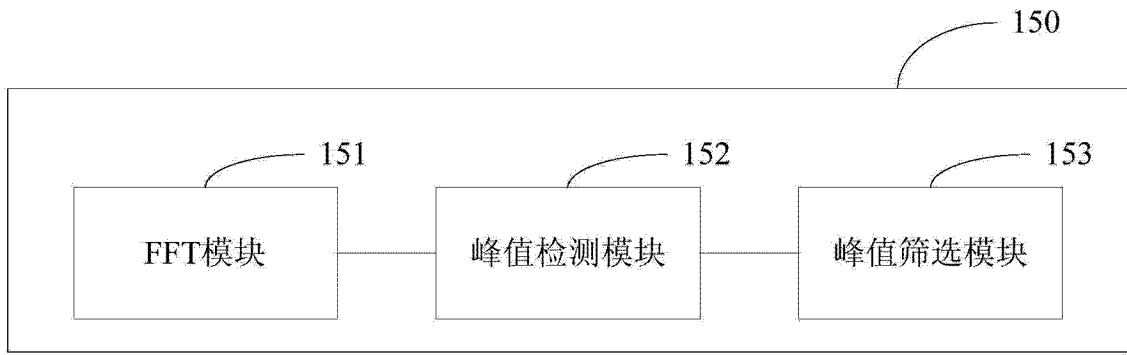


图 2

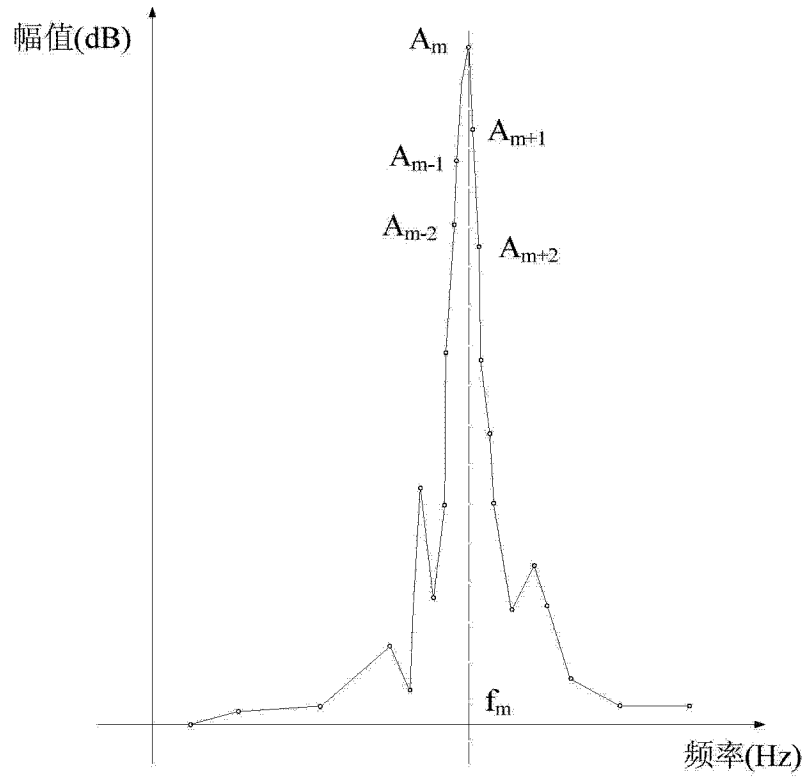


图 3

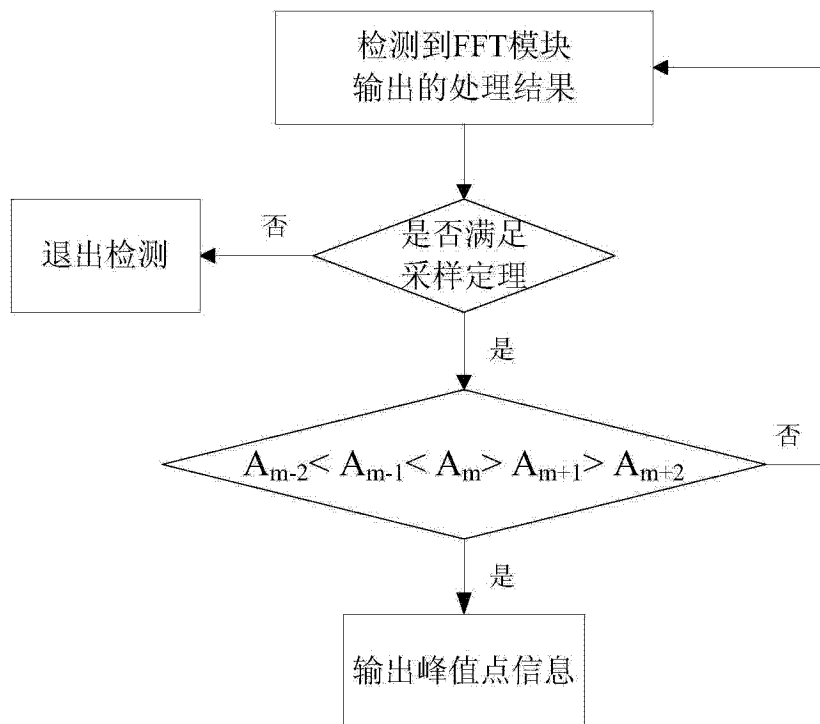


图 4

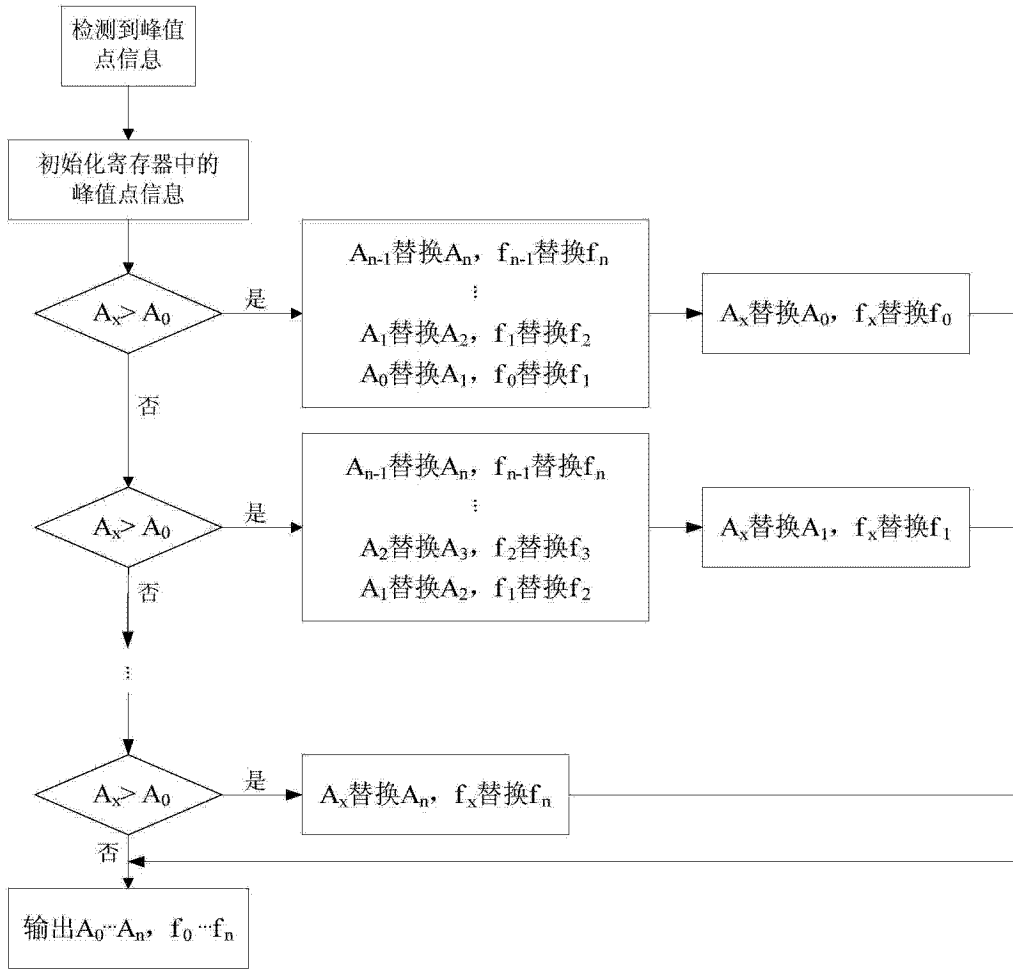


图 5

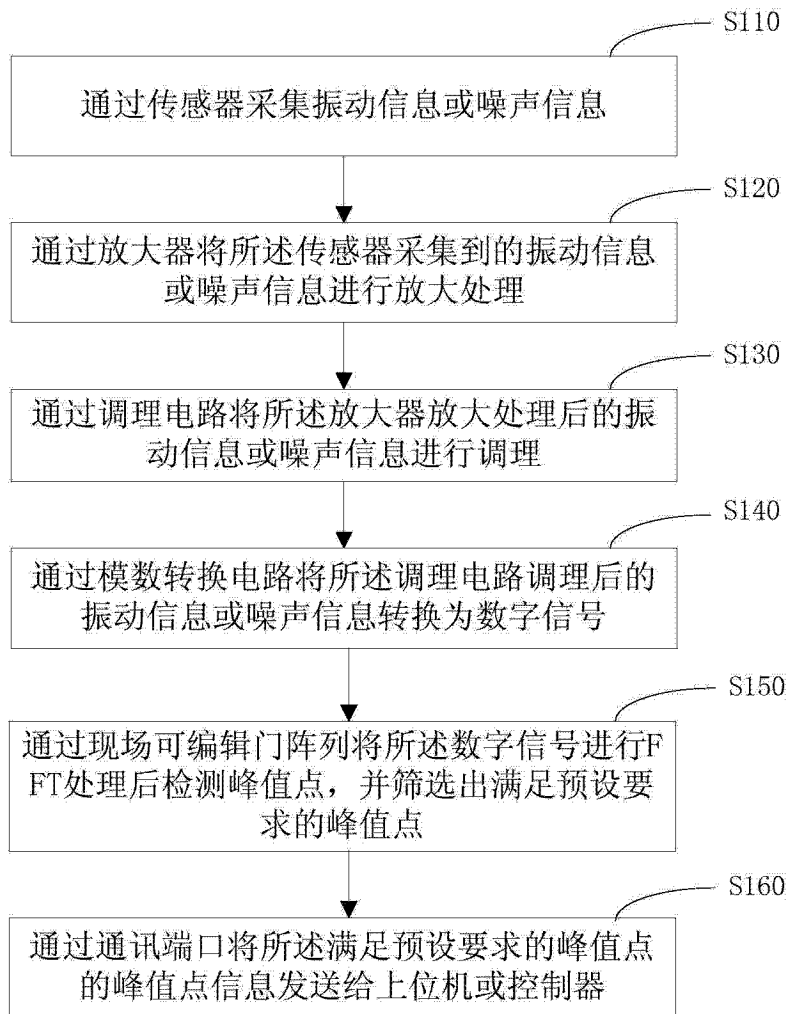


图 6