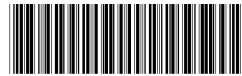


(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102890477 A

(43) 申请公布日 2013.01.23

(21) 申请号 201210363937.6

(22) 申请日 2012.09.26

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72) 发明人 景敏卿 樊红卫 尹明泉 刘恒

智静娟

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 汪人和

(51) Int. Cl.

G05B 19/414 (2006.01)

G01M 1/16 (2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种在线主动动平衡测控装置及测控方法

(57) 摘要

本发明公开了一种在线主动动平衡测控装置及测控方法，包括上位机以及嵌入式测控装置，所述嵌入式测控装置包括背板总线模块以及与背板总线模块相连的数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块以及配电电源模块，模拟信号调理与输出模块的输入端连接有传感器适配模块，传感器与传感器适配模块相连，模拟信号调理与输出模块的输出端连接有驱动放大单元，上位机通过网络与数据处理与控制模块相连，本发明的动平衡测控装置特点是集监测与控制一体化、功能模块化、可用于远程监测与控制场合，可以实现对转子不平衡振动的在线实时测控，配以相应的动平衡头即可实现转子系统的减振，从而提高机器的运行质量和寿命。

1. 一种在线主动动平衡测控装置,其特征在于:包括上位机以及嵌入式测控装置,所述嵌入式测控装置包括背板总线模块以及与背板总线模块相连的数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块和配电电源模块,模拟信号调理与输出模块的输入端连接有传感器适配模块,传感器与传感器适配模块相连,模拟信号调理与输出模块的输出端连接有驱动放大单元,上位机通过网络与数据处理与控制模块相连。

2. 根据权利要求 1 所述一种在线主动动平衡测控装置,其特征在于:所述上位机装有动平衡监测与控制软件,动平衡监测与控制软件包括动平衡远程监测与控制主模块和动平衡状态实时显示模块。

3. 根据权利要求 1 所述一种在线主动动平衡测控装置,其特征在于:所述数据处理与控制模块包括 DSP 处理芯片、FPGA 处理器、网络处理芯片、SDRAM 存储芯片、FLASH 存储芯片、ADC 模数转换芯片、DAC 数模转换芯片、USB 串口、计数器接口和脉冲编码器,DSP 处理芯片分别与网络处理芯片、SDRAM 存储芯片、FLASH 存储芯片和 FPGA 处理器相连,ADC 模数转换芯片的输出端、DAC 数模转换芯片的输入端、USB 串口、计数器接口和脉冲编码器分别与 FPGA 处理器相连;背板总线模块分别与 FPGA 处理器的 FILTERCLK 输出端, DAC 数模转换芯片的输出端, ADC 模数转换芯片的输入端以及 DSP 处理芯片与 FPGA 处理器的供电端连接。

4. 根据权利要求 1 所述一种在线主动动平衡测控装置,其特征在于:所述模拟信号调理与输出模块由多路并行的信号隔离放大滤波电路与多路并行输出通道组成,信号隔离放大滤波电路包括依次连接的信号隔离放大器、可编程增益放大器、可编程低通滤波器和阻抗匹配电路,信号隔离放大器与传感器适配模块相连,阻抗匹配电路与背板总线模块相连;多路并行输出通道的一端与背板总线模块相连,另一端与驱动放大单元相连,驱动放大单元和转子的动平衡头线圈相连。

5. 根据权利要求 1 所述一种在线主动动平衡测控装置,其特征在于:所述传感器包括转速传感器和振动加速度传感器。

6. 一种在线主动动平衡测控方法,包括以下步骤:

1) 将转速传感器安装在机器的壳体上,转速传感器的探头对准转子的轴颈,将振动加速度传感器直接安装在支承转子的轴承外壳上;

2) 开启嵌入式测控装置并初始化系统,在上位机上启动动平衡监测与控制软件,初始化网络并实现网络连接,然后通过上位机更新嵌入式测控装置中的动平衡程序,并将配置参数下载到嵌入式测控装置;

3) 启动带有动平衡头的转子,将传感器采集到的振动信号和转速信号通过模拟信号调理与输出模块送入数据处理与控制模块进行信号的处理与分析;

4) 嵌入式测控装置将信号处理与分析得到的特征信息通过网络传输给上位机的动平衡监测与控制软件并自动诊断是否需要动平衡,然后动平衡监测与控制软件对不平衡信息进行在线显示;

5) 若需要动平衡,通过上位机的动平衡监测与控制软件将动平衡设置为自动平衡模式并将这一设置结果下载到嵌入式测控装置的数据处理与控制模块中,在数据处理与控制模块中通过动平衡控制算法计算输出脉冲信号的个数;

6) 将脉冲信号通过模拟信号调理与输出模块送至驱动放大单元放大后传输给动平衡头的线圈,驱动动平衡头转动,实现自动平衡。

7. 根据权利要求 6 所述一种在线主动动平衡测控方法,其特征在于:所述信号处理与分析包括以下步骤:将传感器采集到的信号变成离散的数字信号,然后通过快速傅立叶变换将数字信号从时域信号变成频域信号,从频域信号获得最大频域幅值及与最大频域幅值对应的频率大小,通过最大频域幅值计算出不平衡量,当采用整周期采样时,计算出不平衡量的相位。

8. 根据权利要求 6 所述一种在线主动动平衡测控方法,其特征在于:所述动平衡控制算法包括坐标寻优法和影响系数法,通过上位机的动平衡监测与控制软件选择坐标寻优法或者影响系数法进行动平衡控制,同时在线设定不平衡量的门限值从而使嵌入式测控装置能够自动实现转子不平衡控制。

9. 根据权利要求 8 所述一种在线主动动平衡测控方法,其特征在于:所述坐标寻优法包括平衡相位过程和平衡幅值过程,首先动平衡头的两个配重盘沿顺时针方向同向转动,在转动过程中检测不平衡量是否减小,若不平衡量未减小,则调整两个配重盘沿逆时针方向同时转动,当检测到的不平衡量达到最小时,两配重盘相迎转动,然后判断不平衡量增大还是减小,若不平衡量减小则继续相迎转动,若不平衡量增大则将两配重盘相背转动,直到不平衡量减小到可以接受的范围为止。

一种在线主动动平衡测控装置及测控方法

技术领域

[0001] 本发明属于旋转机械自动动平衡领域,涉及一种在线主动动平衡测控装置及测控方法,具体涉及一种基于功能模块化的可重构的转子在线自动平衡测控装置及测控方法。

背景技术

[0002] 旋转机械的不平衡振动一直是影响机器运行质量的主要原因之一。由于诱发转子不平衡的因素很多,如转子本身的设计与加工缺陷、转子的装配与安装精度和转子工作过程中的磨损与变形,这些因素都会使旋转机械的质量不平衡问题不可避免。在线自动平衡是降低不平衡的一种新的技术手段,为了实现旋转机械的在线自动动平衡,不仅需要对其运行状态进行实时监测,更重要的是进行不平衡主动控制。

[0003] 目前国内外对动平衡状态的监测与主动控制已开展了广泛的研究,并形成了一些技术,如中国专利申请“磨床砂轮动态平衡测控系统”(CN1405541A,申请日期:2002.11.21)采用DSP芯片TMS320F240设计,实现对磨床砂轮动态平衡的监测与控制。其主要特点是采用F240芯片设计,其组成的测控系统虽然具有一定的监测与控制功能,但由于不能进行数据的浮点型运算且芯片运算速度低,因此在高速磨削机床的高实时性、高精度的要求方面具有一定的不足,并且不能实现在线实时测控功能。中国专利申请“一种机床功能部件可重构监测系统及其方法”(CN102073304A,申请日期:2011.01.17)是基于“嵌入式监测单元+传感器信号调理模块”硬件架构的机床功能部件可重构监测硬件装置,其能够实现机床转动状态的在线监测,且具有较高的监测精度,但由于没有相应的控制信号输出功能,因此不能实现旋转机械动平衡的自动控制。同样,在国内很多研究中,一些系统能够实现动平衡状态的监测功能或者控制功能而不能将监测与控制集成在一个装置中,这就给动平衡的测控带来了一定的难度,因此需要设计一种既能够实现旋转机械运行状态的实时监测又能够实现对不平衡量的主动控制的测控方案。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种在线主动动平衡测控装置及测控方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 一种在线主动动平衡测控装置,包括上位机以及嵌入式测控装置,所述嵌入式测控装置包括背板总线模块以及与背板总线模块相连的数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块和配电电源模块,模拟信号调理与输出模块的输入端连接有传感器适配模块,传感器与传感器适配模块相连,模拟信号调理与输出模块的输出端连接有驱动放大单元,上位机通过网络与数据处理与控制模块相连。

[0007] 所述上位机装有动平衡监测与控制软件,动平衡监测与控制软件包括动平衡远程监测与控制主模块和动平衡状态实时显示模块。

[0008] 所述数据处理与控制模块包括DSP处理芯片、FPGA处理器、网络处理芯片、SDRAM存储芯片、FLASH存储芯片、ADC模数转换芯片、DAC数模转换芯片、USB串口、计数器接口和

脉冲编码器, DSP 处理芯片分别与网络处理芯片、SDRAM 存储芯片、FLASH 存储芯片和 FPGA 处理器相连, ADC 模数转换芯片的输出端、DAC 数模转换芯片的输入端、USB 串口、计数器接口和脉冲编码器分别与 FPGA 处理器相连;背板总线模块分别与 FPGA 处理器的 FILTERCLK 输出端, DAC 数模转换芯片的输出端, ADC 模数转换芯片的输入端以及 DSP 处理芯片与 FPGA 处理器的供电端连接。

[0009] 所述模拟信号调理与输出模块由多路并行的信号隔离放大滤波电路与多路并行输出通道组成, 信号隔离放大滤波电路包括依次连接的信号隔离放大器、可编程增益放大器、可编程低通滤波器和阻抗匹配电路, 信号隔离放大器与传感器适配模块相连, 阻抗匹配电路与背板总线模块相连;多路并行输出通道的一端与背板总线模块相连, 另一端与驱动放大单元相连, 驱动放大单元和转子的动平衡头线圈相连。

[0010] 所述传感器包括转速传感器和振动加速度传感器。

[0011] 一种在线主动动平衡测控方法, 包括以下步骤:

[0012] 1) 将转速传感器安装在机器的壳体上, 转速传感器的探头对准转子的轴颈, 将加速度振动传感器直接安装在支承转子的轴承外壳上;

[0013] 2) 开启嵌入式测控装置并初始化系统, 在上位机上启动动平衡监测与控制软件, 初始化网络并实现网络连接, 然后通过上位机更新嵌入式测控装置中的动平衡程序, 并将配置参数下载到嵌入式测控装置;

[0014] 3) 启动带有动平衡头的转子, 将传感器采集到的振动信号和转速信号通过模拟信号调理与输出模块送入数据处理与控制模块进行信号的处理与分析;

[0015] 4) 嵌入式测控装置将信号处理与分析得到的特征信息通过网络传输给上位机的动平衡监测与控制软件并自动诊断是否需要动平衡, 然后动平衡监测与控制软件对不平衡信息进行在线显示;

[0016] 5) 若需要动平衡, 通过上位机的动平衡监测与控制软件将动平衡设置为自动平衡模式并将这一设置结果下载到嵌入式测控装置的数据处理与控制模块中, 在数据处理与控制模块中通过动平衡控制算法计算输出脉冲信号的个数;

[0017] 6) 将脉冲信号通过模拟信号调理与输出模块送至驱动放大单元放大后传输给动平衡头的线圈, 驱动动平衡头转动, 实现自动平衡。

[0018] 所述信号处理与分析包括以下步骤:将传感器采集到的信号变换成离散的数字信号, 然后通过快速傅立叶变换将数字信号从时域信号变成频域信号, 从频域信号获得最大频域幅值及与最大频域幅值对应的频率大小, 通过最大频域幅值计算出不平衡量, 当采用整周期采样时, 计算出不平衡量的相位。

[0019] 所述动平衡控制算法包括坐标寻优法和影响系数法, 通过上位机的动平衡监测与控制软件选择坐标寻优法或者影响系数法进行动平衡控制, 同时在线设定不平衡量的门限值从而使嵌入式测控装置能够自动实现转子不平衡控制。

[0020] 所述坐标寻优法包括平衡相位过程和平衡幅值过程, 首先动平衡头的两个配重盘沿顺时针方向同向转动, 在转动过程中检测不平衡量是否减小, 若不平衡量未减小, 则调整两个配重盘沿逆时针方向同时转动, 当检测到的不平衡量达到最小时, 两配重盘相迎转动并判断不平衡量增大还是减小, 若不平衡量减小则继续相迎转动, 若不平衡量增大则将两配重盘相背转动, 直到监测的不平衡量减小到可以接受的范围。

[0021] 本发明的有益效果在于：

[0022] 在线主动动平衡测控装置主要针对安装有电磁动平衡头的旋转机械实现其运行状态的在线监测与不平衡的主动控制，其主要是通过嵌入式测控装置与上位机的实时通信保证了其在线远程测控的功能，具有较高的实时性和监测控制精度，并能实现远程主动控制。

[0023] 使用本发明的测控装置以及测控方法可以对旋转机械的转子质量分布不均问题进行有效的监测并对安装有电磁动平衡头的转子进行有效的不平衡量控制，进而能够明显降低旋转机械的不平衡振动，这有利于提高旋转机械的运行质量、效率和寿命。

[0024] 本发明开发了基于功能模块化的可重构在线动平衡测控装置，该测控装置基于功能模块化的硬件架构和参数可组态的软件架构，实现了对转子动平衡状态的实时监测和对转子不平衡的在线主动控制。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明转子在线主动动平衡系统整体结构设计图。

[0026] 图 2 是本发明功能模块化的可重构动平衡测控装置总体方案图。

[0027] 图 3 是本发明基于网络的数据处理与控制模块总体结构图。

[0028] 图 4 是本发明模拟信号调理与输出模块的原理图。

[0029] 图 5 是本发明动平衡监测与控制流程图。

[0030] 图 6 是本发明动平衡测控装置总体软件流程图。

[0031] 图 7 是本发明动平衡量监测流程图。

[0032] 图 8 是本发明动平衡控制流程图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0034] 参见图 1，本发明包括上位机以及通过网络与上位机连接的嵌入式测控单元，所述上位机主要实现动平衡监测与控制软件的运行、修改和结果显示，所述嵌入式测控单元主要完成振动和转速信号的采集、调理和计算。

[0035] 参见图 2，本发明所述动平衡测控装置采用功能模块化思想设计，其主要模块包括数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块、配电电源模块和背板总线模块等；还包括上位机软件平台和嵌入式底层测控算法软件等。当带有电磁动平衡头的旋转机械转动时，动平衡测控装置通过振动加速度传感器不断监测轴承座的振动信号，并通过转速传感器提取转子的当前工作转速，然后基于振动信号和转速信号在数据处理与控制模块内进行信号处理来提取转子的不平衡量，通过与不平衡量上限的对比可以决策是否需要主动平衡，当需要动平衡时，通过控制策略计算两配重盘分别应转动的角度，然后计算转动该角度时需要输出的脉冲个数，最后输出脉冲到驱动放大单元并实现主动平衡。

[0036] 所述上位机上装有动平衡监测与控制软件，动平衡监测与控制软件包括动平衡远程监测与控制主模块和动平衡状态实时显示模块，动平衡远程监测与控制主模块负责网络配置、采样信息配置、动平衡控制等，动平衡状态实时显示模块负责配重盘转动状态显示、不平衡信息显示等。

[0037] 参见图 3,所述数据处理与控制模块是由 DSP C6713 处理芯片和 FPGA 处理器为核
心所组成的硬件处理框架,DSP 处理芯片分别与网络处理芯片、SDRAM 存储芯片、FLASH 储存
芯片和 FPGA 处理器相连,ADC 模数转换芯片、DAC 数模转换芯片、USB 串口、计数器接口和脉
冲编码器分别与 FPGA 处理器相连;背板总线模块分别与数据处理与控制模块、模拟信号调
理与输出模块和配电电源模块相连。

[0038] 参见图 4,所述模拟信号调理与输出模块包括多路并行的信号隔离放大滤波电路,
信号隔离放大滤波电路包括依次连接的信号隔离放大器、可编程增益放大器、可编程低通
滤波器和阻抗匹配电路,信号隔离放大器与传感器适配模块相连,阻抗匹配电路与背板总
线模块相连,模拟信号调理与输出模块的输出端为多路并行输出通道,多路并行输出通道
的一端与背板总线模块相连,另一端与驱动放大单元相连。

[0039] 所述传感器包括转速传感器和振动加速度传感器。

[0040] 参见图 5,前端软件流程为 :程序开始首先初始化在程序运行中的各种全局变量、
控件和线程等,随后启动数据接收和波形显示线程,接下来设置网络 IP 和端口号请求网络
连接,如果连接不成功重新设置网络 IP,如果连接成功自动测试网络收发数据并设定采样
参数,接下来进行采样信息配置并开启采样命令,接收数据包并对数据包进行解析,通过解
析的数据包信息显示实时波形和特征值信息,然后判断是否需要显示动平衡信息,如果不
需要显示动平衡信息则返回上一步,如果需要显示动平衡信息则打开动平衡信息显示界面
并进行主界面与此界面的实时数据传输,在动平衡信息显示界面可以设置滤波参数并可以
实现动平衡参数的显示和轴心轨迹的显示,判断是否进行动平衡如果选择动平衡命令则选
择平衡模式进行在线动平衡,判断是否采样结束如果结束则停止显示各种内容并返回结
果,如果采样不结束返回到数据包接收并分析的步骤,循环进行数据处理。

[0041] 参见图 6,底层软件主要线程及其通信中数据采样与处理线程(TSK_CONTROL)是
程序主线程并采用循环工作方式,负责调度其他线程交互工作、数据采集与处理及控制
策略计算等,其主要的程序流程包括 :首先启动 DSP 并初始化,启动数据采样与处理线程
(TSK_CONTROL),启动网络通信线程 RTDX,根据网络通信线程和整周期采样控制线程的反馈
进行多通道定长度数据采集,接下来对采集到的数据进行数据处理,将处理后的数据通过
网络通信线程实时上传给上位机,根据处理得到的特征值判断是否需要控制,若需要控制
则首先进行控制策略计算,启动控制命令输出中断线程,此后一直循环往复 ;整周期采样控
制线程(HWI_INT5_PROC)是为了给数据采集提供标准外信号参考标记从而实现测控系统
整周期采样。当采样模式为外触发采样时,每次启动硬件中断 INT5 都会实现数据采样一
次,一次数据采样将实现定长度(如 1024 个点)数据点的采集,从而增加了数据采样的速度
和处理效率,其过程包括 :首先开启外部信号触发命令监测,判断是否有触发命令,若有触
发命令则启动硬件中断并输出整周期采样控制命令,进而进行数据采集 ;控制信号输出中
断线程(TimerEventHandler)采用定时器中断方式(属于硬件中断 INT15),其主要流程包括 :开
启定时中断,实时输出可调频宽的脉冲信号。网络通信线程流程为 :首先连接主机服务
器,开启本机服务器并接受主机的信息,对接收的主机数据报信息进行数据包命令字,判
断是否触发采样模式,如果是,则启动周期采样控制线程等待外界触发中断信号启动 (HWI_
INT5_PROC),根据对上位机传下的数据包的解析实时上传数据,并等待下次数据包的请求
命令。整个测控程序各线程既可以独立工作又相互之间能够进行数据传输,它们之间将采

用全局变量、信号量和邮箱队等进行线程间的交互通信。

[0042] 参见图 7, 振动信号不平衡量计算流程中, 被传感器采集到的模拟信号经 ADC 转换后变换成离散的数字信号, 然后通过快速傅立叶变换将其从时域信号变成频域信号。在频域信号中, 可以获得最大频域幅值及其对应的频率大小即主频等频域信号特征量, 通过频域幅值可以计算出不平衡量大小, 当采用整周期采样时, 可以计算出不平衡量的相位。具体的程序流程如下: 外界的触发信号控制进行数据采集, 将 1024 个采集到的数据组包, 如果数据包里的数据为涡流位移振动数据, 则首先将这些数字信号进行转换, 然后计算信号的峰 - 峰值, 如果数据包里的数据为加速度振动数据, 则首先将这些数字信号进行转换, 然后计算信号的有效值, 将计算出峰 - 峰值 / 有效值之后的信号进行加窗处理, 将其转换成复数形式, 接着对数据进行 FFT 变换, 计算频域幅值从而计算不平衡量的大小, 计算主频从而得到不平衡量的相位。

[0043] 参见图 8, 控制策略计算流程中, 控制策略软件采用可选择控制方法包括坐标寻优控制法和影响系数法, 两种方法的原理不同, 因此实现过程也不尽相同, 但结果都是通过计算两个配重盘应该转动的角度并计算输出脉冲信号个数来驱动配重盘的转动。其主要程序流程包括: 通过对采集到的数据进行监测和分析, 判断是否需要平衡, 如果需要则选择是用坐标寻优法还是影响系数法。坐标寻优法包括平衡相位过程和平衡幅值过程, 首先动平衡头的两个配重盘沿顺时针方向同向转动, 在转动过程中检测不平衡量是否减小, 若不平衡量未减小, 则调整两个配重盘沿逆时针方向同时转动, 当检测到的不平衡量达到最小时, 两配重盘相对转动, 判断不平衡量增大还是减小, 若不平衡量减小则继续相对转动, 若不平衡量增大则将两配重盘相背转动, 直到监测的不平衡量减小到可以接受的范围。影响系数法包括: 对监测的数据进行分析, 通过两次输出控制信号使配重盘转过特定的角度, 再根据此后采集的信号的特征值计算出影响系数, 最后计算配重盘应该转动的角度实现在线平衡。

[0044] 在线主动动平衡测控方法, 包括以下步骤:

[0045] 1) 将转速传感器安装在机器的壳体上, 其探头对准转子轴颈, 将振动加速度传感器直接安装在支承转子的轴承外壳上;

[0046] 2) 开启嵌入式测控装置并初始化系统, 在上位机上启动动平衡监测与控制软件, 初始化网络并实现网络连接, 然后通过上位机更新嵌入式测控装置中的动平衡程序, 并将配置参数下载到测控装置;

[0047] 3) 启动带有动平衡头的机器, 将传感器采集到的振动信号和转速信号通过模拟信号调理与输出模块后, 送入数据处理与控制模块进行信号的处理与分析;

[0048] 4) 嵌入式测控装置将信号处理与分析得到的特征信息通过网络传输给上位机的动平衡监测与控制软件, 然后动平衡监测与控制软件对不平衡信息进行在线显示并自动诊断是否需要动平衡;

[0049] 5) 通过上位机的动平衡监测与控制软件将动平衡设置为自动平衡模式并将这一设置结果下载到嵌入式测控装置的数据处理与控制模块中, 在数据处理与控制模块中通过动平衡控制算法计算输出脉冲的个数;

[0050] 6) 所需的若干个脉冲信号送至驱动放大单元放大后传输给动平衡头的线圈, 驱动动平衡头转动, 实现自动平衡。

[0051] 实施例

[0052] 本发明装置主要具有以下特点：1)该动平衡测控系统主要包括嵌入式测控装置及通过网络连接的上位机，所述嵌入式测控装置主要包括数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块、配电电源模块和自定义背板总线模块。所述数据处理与控制模块是采用DSP C6713 系列芯片和 FPGA 处理器为核心所组成的硬件处理框架，所述 DSP 处理芯片与网络处理芯片相连，同时还与 SDRAM 储存器、FLASH 存储器和 FPGA 处理器相连；所述 FPGA 处理芯片与 ADC 模数转换芯片、DAC 数模转换芯片、USB 串口、计数器接口和脉冲编码器相连；所述模拟信号调理与输出模块分别与六个信号输入通道和六个信号输出通道进行联接；所述自定义背板总线模块分别与数据处理与控制模块、模拟信号调理与输出模块和配电电源模块相连。

[0053] 上述传感器与传感器适配模块机箱直接相连，而适配器机箱则连接调理模块用于采集信号的输入。所述模拟信号调理与输出模块包括六路并行连接的信号预处理电路，包括隔离放大、滤波、阻抗匹配等；所述模拟信号调理与输出模块包括六路输出通道则采用放大输出且直接与自定义背板总线相连。

[0054] 上述上位机上安装有动平衡监测与控制系统软件，所述动平衡监测与控制系统软件包括实时信息监测与组态软件和动平衡状态监测与控制软件。

[0055] 上述嵌入式测控装置的传感器主要包括振动加速度传感器和转速传感器。

[0056] 本发明还提出一种基于上述嵌入式测控系统的测控方法，具体包括以下步骤：

[0057] 1) 将转速传感器安装在机器的壳体上，其探头对准转子轴颈，将加速度振动传感器直接安装在支承转子的轴承外壳上；

[0058] 2) 开启嵌入式测控装置并初始化系统，在上位机上启动动平衡监测与控制软件，初始化网络并实现网络连接，然后通过上位机更新嵌入式测控装置中的动平衡程序，并将配置参数下载到测控装置；

[0059] 3) 启动带有动平衡头的机器，将传感器采集到的振动信号和转速信号通过模拟信号调理与输出模块后，送入数据处理与控制模块进行信号的处理与分析；

[0060] 4) 嵌入式测控装置将信号处理与分析得到的特征信息通过网络传输给上位机的动平衡监测与控制软件，然后动平衡监测与控制软件对不平衡信息进行在线显示并自动诊断是否需要动平衡；

[0061] 5) 通过上位机的动平衡监测与控制软件将动平衡设置为自动平衡模式并将这一设置结果下载到嵌入式测控装置的数据处理与控制模块中，在数据处理与控制模块中通过动平衡控制算法计算输出脉冲的个数；

[0062] 6) 所需的若干个脉冲信号送至驱动放大单元放大后传输给动平衡头的线圈，驱动动平衡头转动，实现自动平衡。

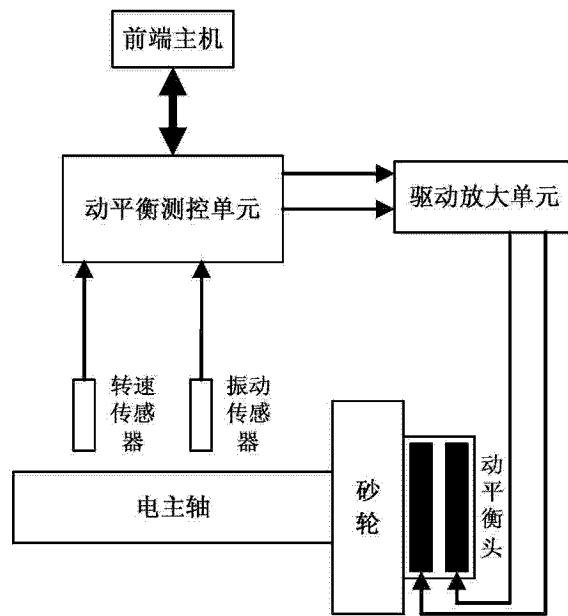


图 1

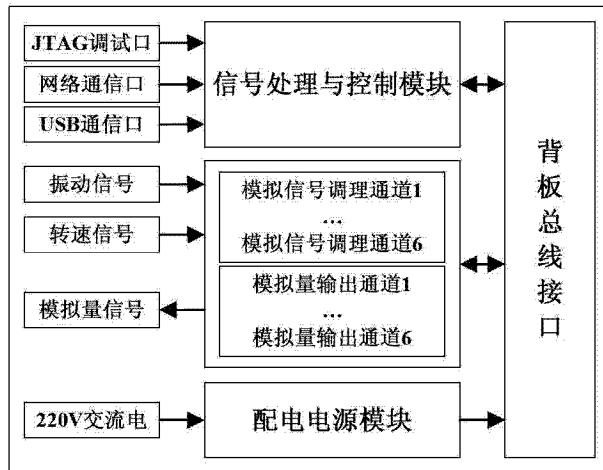


图 2

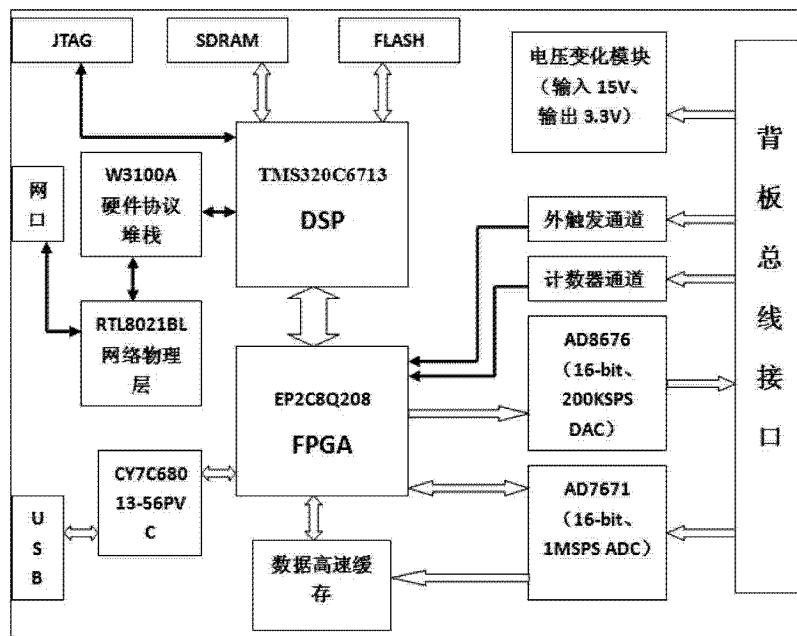


图 3

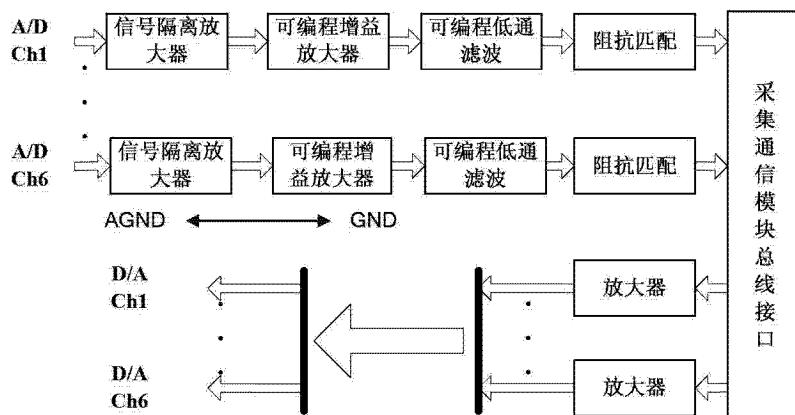


图 4

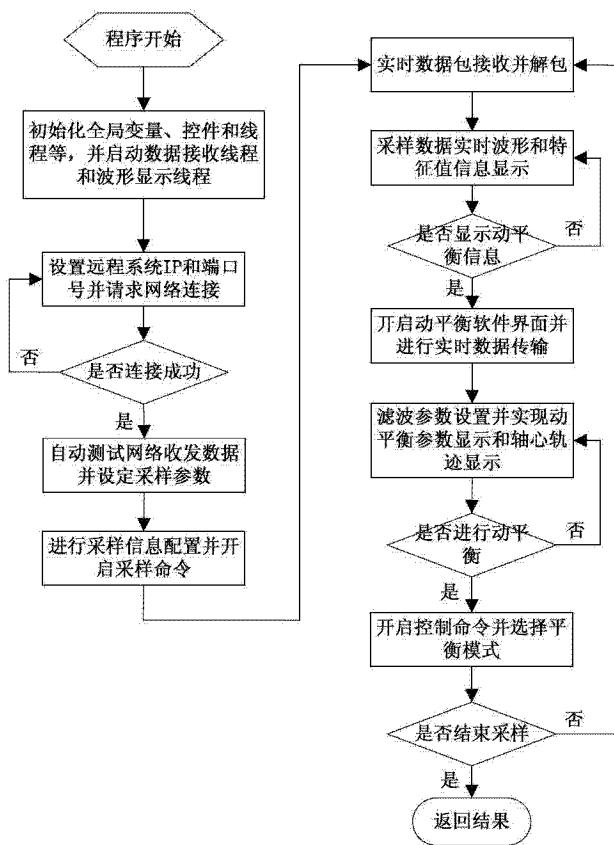


图 5

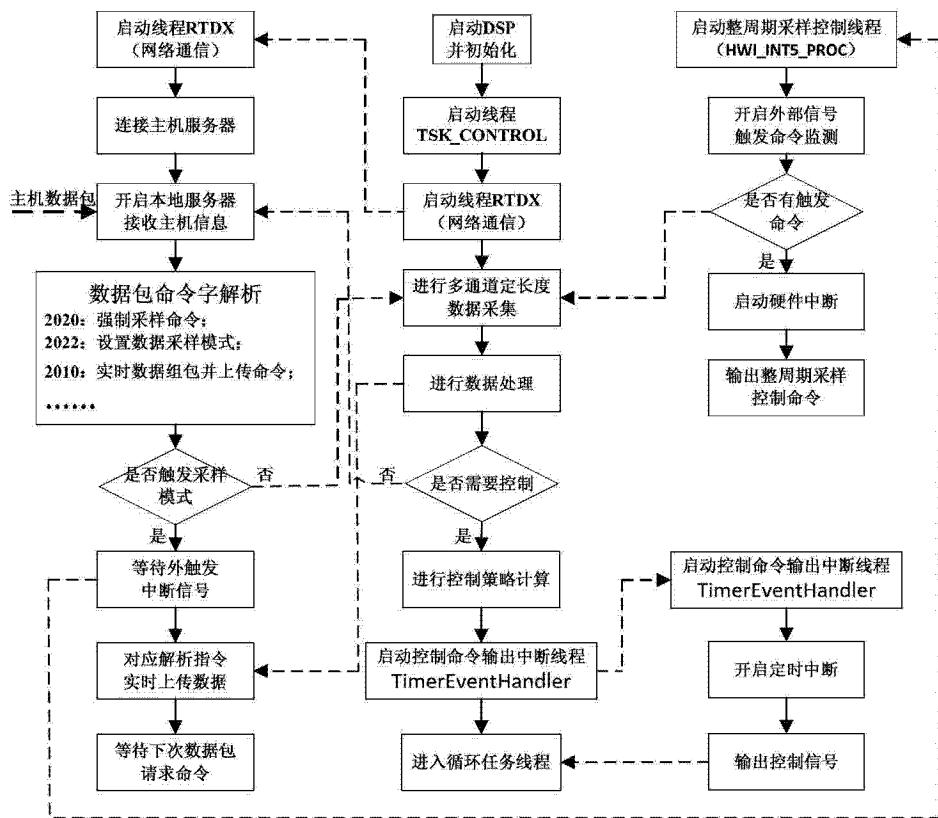


图 6

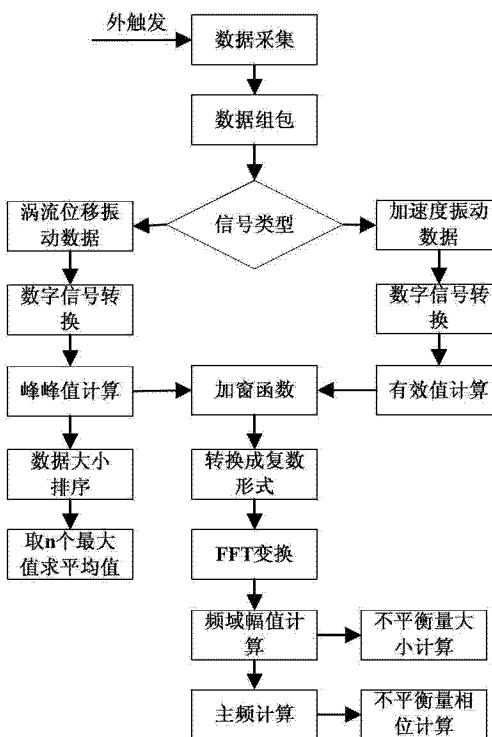


图 7

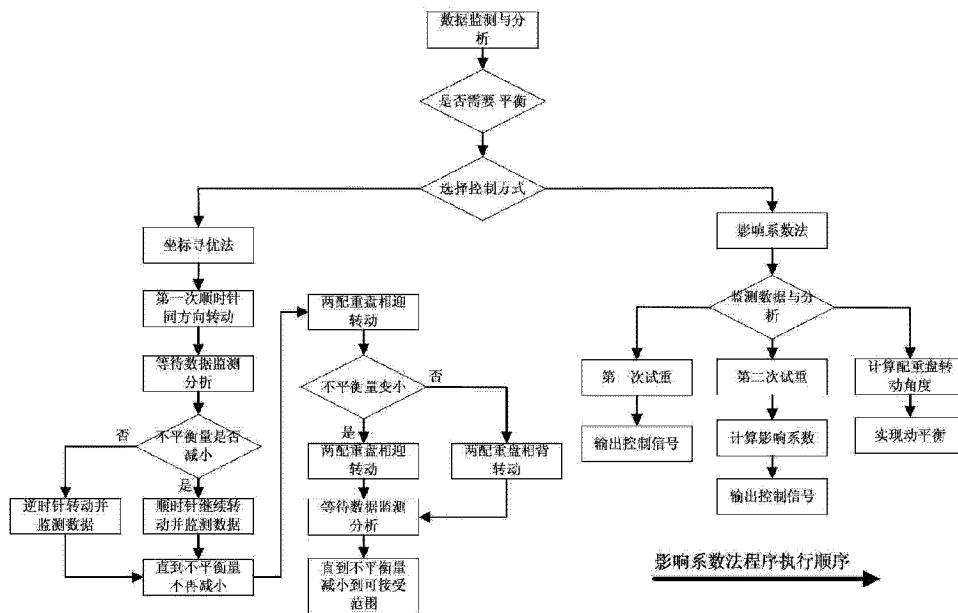


图 8