



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109490415 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811457209.5

(22)申请日 2018.11.30

(71)申请人 南京江淳机电装备科技有限公司
地址 211300 江苏省南京市高淳区淳溪镇
镇兴路73号

(72)发明人 姜银方 胡华健 盛占石 张垒
童炳祥

(51)Int.Cl.
G01N 29/04(2006.01)

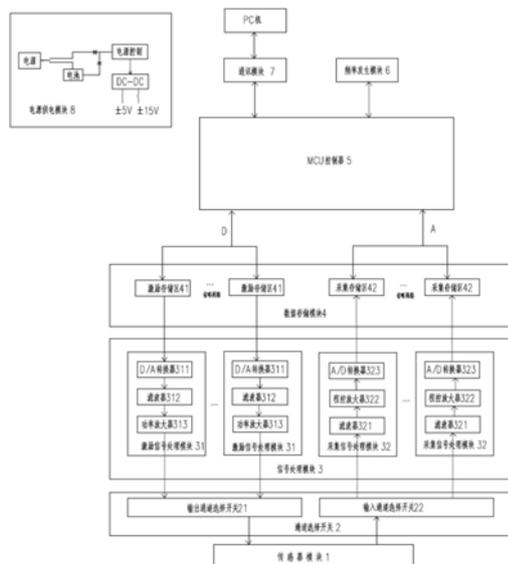
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统

(57)摘要

本发明提供了一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,包括:传感器模块、通道选择开关、信号处理模块、数据存储模块、MCU控制器、频率发生模块和通讯模块,传感器模块与通道选择开关相连,通道选择开关与信号处理模块相连,信号处理模块与数据存储模块相连,数据存储模块与MCU控制器相连,MCU控制器与频率发生器和通信模块相连,通信模块与PC机相连。本发明能管道检测系统可自由的选择所需的激励频率以适应不同类型的管道和缺陷,且不同频率下的输出信号平滑稳定,无失真现象;还可多通道并行激励与采集,且激励与采集同步进行,检测效率高。



CN 109490415 A

1. 一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,包括:传感器模块、通道选择开关、信号处理模块、数据存储模块、MCU控制器、频率发生模块和通讯模块,

所述传感器模块包括A环和B环,所述A环和B环包括数量相同的多个压力传感器,所述A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输出通道选择开关中多个开关对应相连;所述A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输入通道选择开关中多个开关对应相连;

所述通道选择开关包括输出通道选择开关和输入通道选择开关,所述输出通道选择开关包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍,用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为激励环;所述输入通道选择开关包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍,用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为接收环;

所述信号处理模块包括多路与A环或B环中压力传感器数量相同的激励信号处理模块和采集信号处理模块,每路激励信号处理模块与数据存储模块中的一激励存储区和输出通道选择开关中一开关相连,用以将对应激励存储区存储的激励信号进行处理后发送至输出通道选择开关中对应的开关;每路采集信号处理模块与数据存储模块中的一采集存储区和相连,用以将输出通道选择开关中对应的开关传输的传感器采集信号进行处理后发送至对应的采集存储区;

所述数据存储模块包括多个与A环或B环中压力传感器数量相同的激励存储区和采集存储区,多个激励存储区和多个采集存储区和分别与MCU控制器相连,每个激励存储区用以存储一路传感器激励信号,每个采集存储区用以存储一路传感器采集信号;

所述MCU控制器与频率发生模块和通讯模块相连,用以读取激励存储区的激励信号并发送至激励信号处理模块;并将采集存储区存储的传感器的采集信号发送至通讯模块;和向频率发生模块发送控制指令,通过频率发生模块改变激励与采样频率;以及向输入通道选择开关和输出通道选择开关发送通道选择控制指令;

所述通讯模块与PC机相连,用以将MCU控制器的传感器采集信号传送至PC机上,以显示管道缺陷的位置。

2. 根据权利要求1所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述每路激励信号处理模块包括D/A转换器、滤波器和功率放大器,

所述D/A转换器与滤波器相连,用以将激励存储区的激励信号进行数模转换,并发送至滤波器;

所述滤波器与所述功率放大器相连,用以将D/A转换器转换后的激励信号进行滤波处理后发送至功率放大器;

所述功率放大器与输出通道选择开关中的一开关相连,用以将滤波后的激励信号进行放大处理。

3. 根据权利要求1所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述每路采集信号处理模块包括滤波器、程控放大器和A/D转换器,

所述滤波器与所述程控放大器相连,用以将输入通道选择开关中一开关发送的传感器采集信号激励信号进行滤波处理后发送至程控放大器;

所述程控放大器与所述A/D转换器相连,用以将滤波器处理后的传感器采集信号进行程控放大处理后发送至A/D转换器;

所述A/D转换器与所述采集存储区相连,用以将程控放大器处理后的传感器采集信号进行模数转换后发送至采集存储区。

4. 根据权利要求3所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述程控放大器包括第一级运算放大电路、带通滤波电路、衰减级别选择电路和第二级运算放大电路,

所述第一级运算放大电路与带通滤波电路相连,用以将传感器采集信号进行放大处理后送入带通滤波电路;

所述带通滤波电路与所述衰减级别选择电路相连,用以滤除经第一级运算放大电路处理后的信号中的高频杂波信号和低频杂波信号;

所述衰减级别选择电路与所述第二级运算放大电路相连,用以将经带通滤波器处理后的信号进行不同级别的衰减处理;

所述第二级运算放大电路,用以将衰减处理后的信号进行二次放大处理。

5. 根据权利要求4所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述带通滤波器包括串联谐振电路和与其相连的有源高通滤波器。

6. 根据权利要求4所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述衰减级别选择电路包括多个串联电阻分压模块和与其相连的多选一模拟开关。

7. 根据权利要求1所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述输出通道选择开关包括多个继电器开关,每两个继电器开关为一组,其中一个与A环中的一个传感器相连,另一个与B环中的一个传感器相连。

8. 根据权利要求1所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述输入通道选择开关包括多个模拟开关,每个模拟开关采用双路四选一模拟开关,其中一路的一输入端与A环中一传感器相连,一输入端与B环中一传感器相连,输出端与采集信号处理模块相连;另一路的输入端与A环中一传感器相连,一输入端与B环中一传感器相连,输出端与采集信号处理模块相连。

9. 根据权利要求8所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述模拟开关采用74HCT4052芯片。

10. 根据权利要求1所述的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,其特征在于,所述A环和B环的多个压力传感器采用压电式陶瓷片,且等角度对称分布在管道上。

一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及管道检测领域,尤其涉及一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统。

背景技术

[0002] 管道运输系统广泛应用于石油、化工、天然气、自来水以及电力等工业部门,对国民经济及社会发展的作用巨大。由于长期受到运输物的冲刷和腐蚀加上人为破坏的原因,管道常常出现裂纹、氧化、壁厚减薄等缺陷,严重威胁人民群众的生命和财产安全。传统的超声检测技术检测管道时必须逐点扫描,速度慢,效率低,且大多数是将计算机、函数发生器、功率放大器,示波器,传感器等组合使用,面临操作复杂,接线复杂,操作繁琐等问题,因此无法用于长距离、大规模的管道检测。国内少部分公司设计的几款超声波检测仪,只能单通道激励,激励与采集分开,检测效率低,工作不稳定。

[0003] 中国发明专利(申请号201520106714.0)公开了一种超声波检测系统。该系统对待测钢工件进行检测,将超声波探头放在工件表面,当遇到缺陷时,超声波检测电路反馈给单片机,单片机控制液晶显示器,显示出一个反射波的波形,横坐标的这个位置就是缺陷在被检测材料中的深度,但该系统直接从超声探头去采集信号,并没有很好的对激励信号进行处理,因此不能保证单片机最后采集的数据就是缺陷的信号。

[0004] 中国发明专利(申请号201320196631.6)公开了一种基于单片机的超声波检测装置。该装置能够调节激励脉冲的宽度和重复频率以及放大电路的放大倍数同时还能实现信号的实时显示、存储以及和外部的通信等功能,但该装置无法实现多通道并行激励与采集,检测效率低,其频率只能重复而不能方便切换,故其无法适应不同类型的工件的缺陷,还可能存在信号失真。

[0005] 长输管道超声波内检测功能机系统研制(北京石油化工学院学报第14卷第二期),文章中该机制系统由5个子系统组成:超声检测子系统、定位子系统、数据采集传输存储子系统、电源子系统。该系统中利用的子系统集成化程度不高,所需的硬件设备较多,从而也加大了施工的难度。

发明内容

[0006] 本发明目的在于克服现有技术存在的不足,从而提供一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统,包括:传感器模块、通道选择开关、信号处理模块、数据存储模块、MCU控制器、频率发生模块和通讯模块,

[0008] 所述传感器模块包括A环和B环,所述A环和B环包括数量相同的多个压力传感器,所述A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输出通道选择开关中多个开关对应相连;所述A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输入通道选择开关中多个开关

对应相连；

[0009] 所述通道选择开关包括输出通道选择开关和输入通道选择开关,所述输出通道选择开关包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍,用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为激励环;所述输入通道选择开关包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍,用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为接收环;

[0010] 所述信号处理模块包括多路与A环或B环中压力传感器数量相同的激励信号处理模块和采集信号处理模块,每路激励信号处理模块与数据存储模块中的一激励存储区和输出通道选择开关中一开关相连,用以将对应激励存储区存储的激励信号进行处理后发送至输出通道选择开关中对应的开关;每路采集信号处理模块与数据存储模块中的一采集存储区和相连,用以将输出通道选择开关中对应的开关传输的传感器采集信号进行处理后发送至对应的采集存储区;

[0011] 所述数据存储模块包括多个与A环或B环中压力传感器数量相同的激励存储区和采集存储区,多个激励存储区和多个采集存储区和分别与MCU控制器相连,每个激励存储区用以存储一路传感器激励信号,每个采集存储区用以存储一路传感器采集信号;

[0012] 所述MCU控制器与频率发生模块和通讯模块相连,用以读取激励存储区的激励信号并发送至激励信号处理模块;和将采集存储区存储的传感器的采集信号发送至通讯模块;和向频率发生模块发送控制指令,通过频率发生模块改变激励与采样频率;以及向输入通道选择开关和输出通道选择开关发送通道选择控制指令;

[0013] 所述通讯模块与PC机相连,用以将MCU控制器的传感器采集信号传送至PC机上,以显示管道缺陷的位置。

[0014] 进一步地,所述每路激励信号处理模块包括D/A转换器、滤波器和功率放大器,

[0015] 所述D/A转换器与滤波器相连,用以将激励存储区的激励信号进行数模转换,并发送至滤波器;

[0016] 所述滤波器与所述功率放大器相连,用以将D/A转换器转换后的激励信号进行滤波处理后发送至功率放大器;

[0017] 所述功率放大器与输出通道选择开关中的一开关相连,用以将滤波后的激励信号进行放大处理。

[0018] 进一步地,所述每路采集信号处理模块包括滤波器、程控放大器和A/D转换器,

[0019] 所述滤波器与所述程控放大器相连,用以将输入通道选择开关中一开关发送的传感器采集信号激励信号进行滤波处理后发送至程控放大器;

[0020] 所述程控放大器与所述A/D转换器相连,用以将滤波器处理后的传感器采集信号进行程控放大处理后发送至A/D转换器;

[0021] 所述A/D转换器与所述采集存储区相连,用以将程控放大器处理后的传感器采集信号进行模数转换后发送至采集存储区。

[0022] 更进一步地,所述程控放大器包括第一级运算放大电路、带通滤波电路、衰减级别选择电路和第二级运算放大电路,

[0023] 所述第一级运算放大电路与带通滤波电路相连,用以将传感器采集信号进行放大处理后送入带通滤波电路;

[0024] 所述带通滤波电路与所述衰减级别选择电路相连,用以滤除经第一级运算放大电路处理后的信号中的高频杂波信号和低频杂波信号;

[0025] 所述衰减级别选择电路与所述第二级运算放大电路相连,用以将经带通滤波器处理后的信号进行不同级别的衰减处理;

[0026] 所述第二级运算放大电路,用以将衰减处理后的信号进行二次放大处理。

[0027] 更进一步地,所述带通滤波器包括串联谐振电路和与其相连的有源高通滤波器。

[0028] 更进一步地,所述衰减级别选择电路包括多个串联电阻分压模块和与其相连的多选一模拟开关。

[0029] 进一步地,所述输出通道选择开关包括多个继电器开关,每两个继电器开关为一组,其中一个与A环中的一个传感器相连,另一个与B环中的一个传感器相连。

[0030] 进一步地,所述输入通道选择开关包括多个模拟开关,每个模拟开关采用双路四选一模拟开关,其中一路的一输入端与A环中一传感器相连,一输入端与B环中一传感器相连,输出端与采集信号处理模块相连;另一路的输入端与A环中一传感器相连,一输入端与B环中一传感器相连,输出端与采集信号处理模块相连。

[0031] 更进一步地,所述模拟开关采用74HCT4052芯片。

[0032] 进一步地,所述A环和B环的多个压力传感器采用压电式陶瓷片,且等角度对称分布在管道上。

[0033] 本发明提供了一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统能自由的选择所需的激励频率以适应不同类型的管道和缺陷,且不同频率下的输出信号平滑稳定,无失真现象;还可多通道并行激励与采集,且激励与采集同步进行,检测效率高。

附图说明

[0034] 图1是本发明实施例提供的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统的结构框图;

[0035] 图2是本发明实施例提供的采集信号处理模块的程控放大器的电路原理图;

[0036] 图3是本发明实施例提供的输出通道选择开关的电路原理图;

[0037] 图4是本发明实施例提供的输入通道选择开关的电路原理图;

[0038] 图5是本发明实施例提供的频率发生模块的电路原理图。

具体实施方式

[0039] 为了使本技术领域的人员更好的理解本发明实施例中的技术方案,并使本发明实施例的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 图1是本发明实施例提供的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统的结构框图。

[0041] 如图1所示,本发明实施例提供的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统包括传感器模块1、通道选择开关2、信号处理模块3、数据存储模块4、MCU控制器5、频率发生模块6、通讯模块7和电源供电模块8。

[0042] 传感器模块1包括A环和B环,A环和B环包括数量相同的多个压力传感器,A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输出通道选择开关中多个开关对应相连,但接通时只有一个环,A环或B环。A环的多个压力传感器和B环的多个压力传感器与输入通道选择开关中多个开关对应相连,但接通时只有一个环,A环或B环,若输出通道接通A环(即A环作为激励环),则输入通道接通B环(即B环作为接收环)。若输出通道接通B环(即B环作为激励环),则输入通道接通A环(即A环作为接收环)。如本实施例中A环和B环采用4个压力传感器,当然不仅限于4个,也可为其它数量。A环和B环的4个压力传感器等角度均匀设置在管道上,压力传感器可采用压电陶瓷片。

[0043] 通道选择开关2包括输出通道选择开关21和输入通道选择开关22,输出通道选择开关包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍(即A环和B环采用4个压力传感器,则输出通道选择开关包括8个开关),用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为激励环(即控制A环中4个传感器接通或控制B环中的4个传感器接通)。输入通道选择开关22包括多个开关,其数量为A环或B环中压力传感器数量的两倍(即A环和B环采用4个压力传感器,则输入通道选择开关包括8个开关),用以根据MCU控制器发送的控制信号控制A环或B环作为接收环(即控制A环中4个传感器接通或控制B环中的4个传感器接通)。其中,逻辑控制信号为:若A环作为激励环,则B环作为接收环;若B环作为接收环,则A环作为激励环。

[0044] 信号处理模块3包括多路与A环或B环中压力传感器数量相同的激励信号处理模块31和采集信号处理模块32,每路激励信号处理模块31与数据存储模块4中的一激励存储区41和输出通道选择开关21中一开关相连,用以将对应激励存储区41存储的激励信号进行处理后发送至输出通道选择开关21中对应的开关。每路采集信号处理模块32与数据存储模块4中的一采集存储区42和相连,用以将输出通道选择开关21中对应的开关传输的传感器采集信号进行处理后发送至对应的采集存储区42。

[0045] 其中,每路激励信号处理模块31包括D/A转换器311、滤波器312和功率放大器313,D/A转换器311与滤波器312相连,用以将激励存储区41的激励信号进行数模转换,并发送至滤波器312。滤波器312与功率放大器313相连,用以将D/A转换器311转换后的激励信号进行滤波处理后发送至功率放大器313。功率放大器313与输出通道选择开关21中的一开关相连,用以将滤波后的激励信号进行放大处理后再输出。

[0046] 每路采集信号处理模块32包括滤波器321、程控放大器322和A/D转换器323,滤波器321与程控放大器322相连,用以将输入通道选择开关22中一开关发送的传感器采集信号激励信号进行滤波处理后发送至程控放大器322。程控放大器322与A/D转换器323相连,用以将滤波器321处理后的传感器采集信号进行程控放大处理后发送至A/D转换器323。A/D转换器323与采集存储区42相连,用以将程控放大器322处理后的传感器采集信号进行模数转换后发送至采集存储区42。

[0047] 数据存储模块4包括多个与A环或B环中压力传感器数量相同的激励存储区41和采集存储区42(即A环和B环采用4个压力传感器,则激励存储区41和采集存储区42分别包括四个区),多个激励存储区41和多个采集存储区42和分别与MCU控制器5相连,每个激励存储区41用以存储一路传感器激励信号,每个采集存储区42用以存储一路传感器采集信号。

[0048] MCU控制器5与频率发生模块6和通讯模块7相连,用以从激励存储区41读取激励信

号,将激励信号传到激励信号处理模块31。以及将采集存储区42存储的传感器的采集信号发送至通讯模块6。MCU控制器5还用来向输入通道选择开关和输出通道选择开关输出通道选择控制指令以控制A环和B环的类型,例如,控制A环的4个传感器与输出通道选择开关21对应的4个开关连通,控制B环的4个传感器与输入通道选择开关22对应的4个开关连通,使得A环作为激励环,B环作为接收环。或者控制B环的4个传感器与输出通道选择开关21对应的4个开关连通,控制A环的4个传感器与输入通道选择开关22对应的4个开关连通,使得B环作为激励环,A环作为接收环。MCU控制器5还用来向频率发生模块6发送控制指令,通过频率发生模块6改变激励与采样频率。

[0049] 通讯模块7与PC机相连,用以将MCU控制器5的传感器采集信号传送至PC机上,以显示管道缺陷的位置。通讯模块可采用USB通讯模块或无线通信模块。

[0050] 电源供电模块8主要负责整个系统的供电。

[0051] 以A环和B环采用4个传感器为例,本发明的工作过程为:

[0052] MCU控制器5输出控制指令选择A环或B环的类型以及激励和采样频率,若控制A环作为激励环、B环作为接收环,则MCU控制器5从数据存储模块5中的4个激励存储区41分别读取激励信号,然后各个激励信号分别送入对应的激励信号处理模块31进行信号处理,处理后的4路激励信号分别通过与A环4个传感器连通的输出通道选择开关中的4个开关输出,使得A环4个压力传感器振动产生的超声波信号传输至B环的4个压力传感器,B环的4个压力传感器将采集的压力信号通过与其接通的输入通道选择开关22中的4个开关传输至对应的采集信号处理模块32进行信号处理,处理后的各路采集信号存储至对应的采集存储区42,由MCU控制器5从采集存储区42读取采集信息并通过通信模块6传输至PC机,由PC机显示管道的缺陷位置。

[0053] 图2是本发明实施例提供的采集信号处理模块的程控放大器的电路原理图。

[0054] 如图2所示,本实施例中程控放大器322包括第一级运算放大电路3221、带通滤波电路3222、衰减级别选择电路3223和第二级运算放大电路3224。第一级运算放大电路3221由电阻R1、R2、U1A和R3构成,带通滤波电路3222包括电阻R4、C1、L1构成的串联谐振电路和C3、R5、R6、U2构成的有源高通滤波器,串联谐振电路的谐振频率为300KHz,品质因数Q为35,可滤去250-350KHz的高频杂波,有源高通滤波器可滤除低频杂波信号。衰减级别选择电路3223包括电阻R8-R11四个电阻构成的串联电阻分压模块和模拟开关DG408DY,DG408DY是一个8选1模拟开关,将使能端EN接高电平,A2接地,通过A1和A0来选择S1-S4的一端与输出端D相连,可实现不同级别的衰减。第二级运算放大电路3224由电阻R12、R13、R14和U1B构成。

[0055] 传感器采集信号VINn进经过运放U1A放大约10倍送入带通滤波电路3222进行高频杂波和低频杂波滤除,经滤波处理后的信号进入衰减级别选择电路进行衰减处理,衰减处理后的信号进入U1B再次放大约10倍。

[0056] 图3是本发明实施例提供的输出通道选择开关的电路原理图。

[0057] 如图3所示,由于激励信号的电压较高,且要满足传感器环A环B环能够交替实现激励与采集功能,故输出通道选择开关21选用8个继电器开关,每两个继电器开关为一组,其中一个与A环中的一个传感器相连,另一个与B环中的一个传感器相连。如图三所示,RL1-RL8是MCU控制器发出的控制信号,低电平有效,通过电阻连接至发光二极管的负极,发光二极管的正极与三极管的基极相连,三极管的发射级接+5V电压源,集电极接继电器。SW1-SW4

是输出通道信号处理模块发出的激励信号。A1-A4连接至A环的压力传感器上,B1-B4连接至B环的压力传感器上。当RLn为低电平时,三极管Qn的基极被拉低,Qn导通,对应的继电器吸合,激励信号由SWn传至A或B环上完成激励。

[0058] 图4是本发明实施例提供的输入通道选择开关的电路原理图。

[0059] 如图4所示,由于输入通道6的采集电压较小,故输入通道选择开关选用模拟电子开关,每个模拟开关采用双路四选一模拟开关74HCT4052芯片,其中一个74HCT4052芯片一路的一输入端1Y0与A环中一传感器A1相连,一输入端1Y1与B环中一传感器B1相连,输出端1Z与采集信号处理模块相连。另一路的输入端2Y0与A环中一传感器A2相连,一输入端2Y1与B环中一传感器B2相连,输出端与采集信号处理模块相连。另一个74HCT4052芯片一路的一输入端1Y0与A环中一传感器A3相连,一输入端1Y1与B环中一传感器B3相连,输出端1Z与采集信号处理模块相连。另一路的输入端2Y0与A环中一传感器A4相连,一输入端2Y1与B环中一传感器B4相连,输出端与采集信号处理模块相连。

[0060] 74HCT4052芯片是一个双路4选1模拟开关,当使能端 \bar{E} 为低电平时,通过配置S0和S1端高低电平选择1Yn和1Z相连,2Yn和2Z相连。本实施例中 \bar{E} 和S1端均接地,为低电平,所以只需控制S0端电平即可,导通状态是 \bar{E} 为低电平,当S0为低电平时,A1-A4选通,当S0为高电平时,B1-B4选通。

[0061] 图5是本发明实施例提供的频率发生模块的电路原理图。

[0062] 如图5所示,本实施例中频率发生模块6采用单片机STC12C5410AD-20,采用的激励频率为40-180KHz,MCU控制器5给单片机STC12C5410AD-20的P3.2/ $\overline{\text{INTO}}$ 口发送一个低电平脉冲信号使其进入外部中断,STC12C5410AD-20读取P1口的数值进入其内部相应的变频子程序来改变P3.7口的低电平脉冲宽度,从而改变MCU控制器5进入外部中断的频率,激励和采样频率也因此改变。

[0063] 综上各实施例,本发明提供的一种多频率切换的多通道并行激励与采集的管道检测系统能自由的选择所需的激励频率以适应不同类型的管道和缺陷,且不同频率下的输出信号平滑稳定,无失真现象;还可多通道并行激励与采集,且激励与采集同步进行,检测效率高。

[0064] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

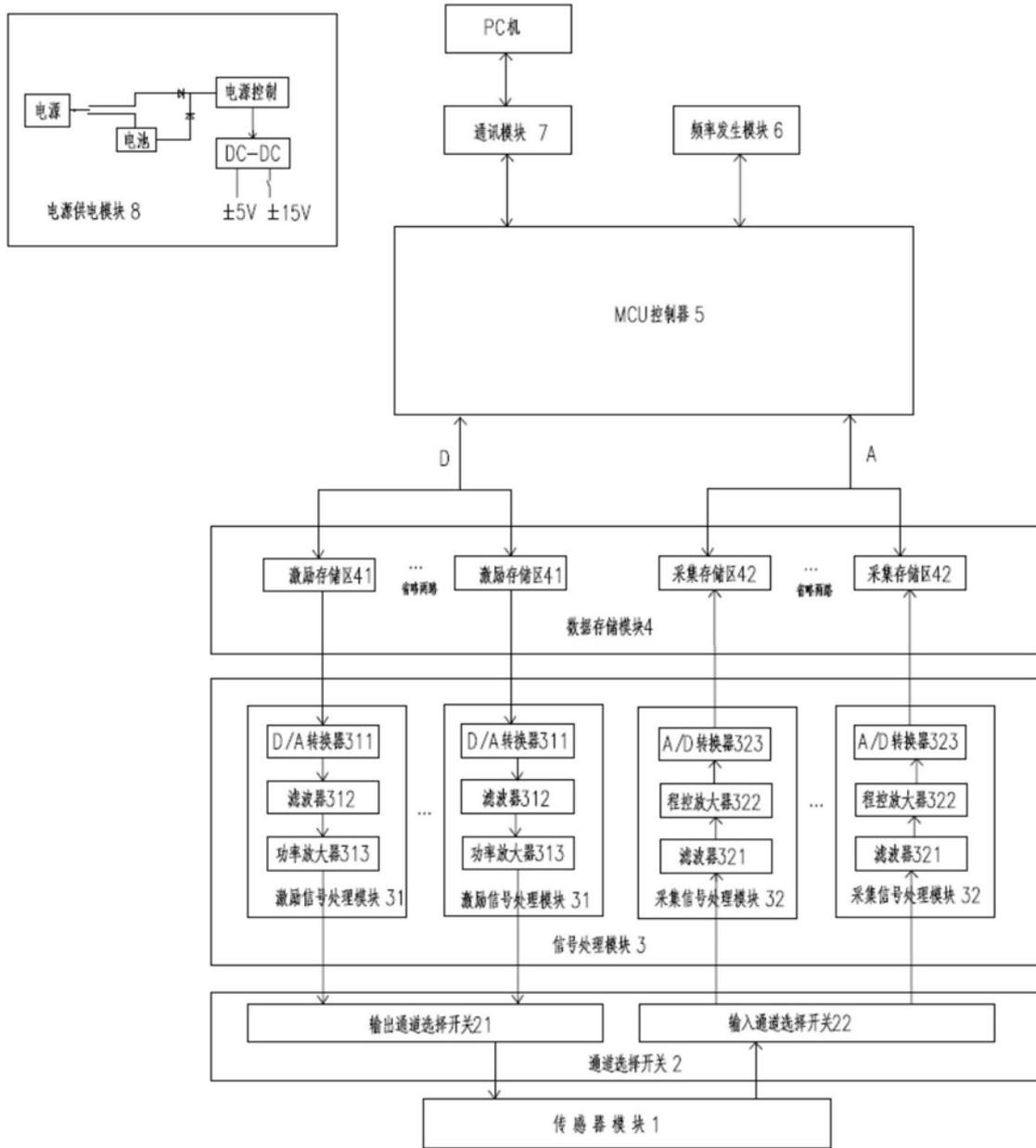


图1

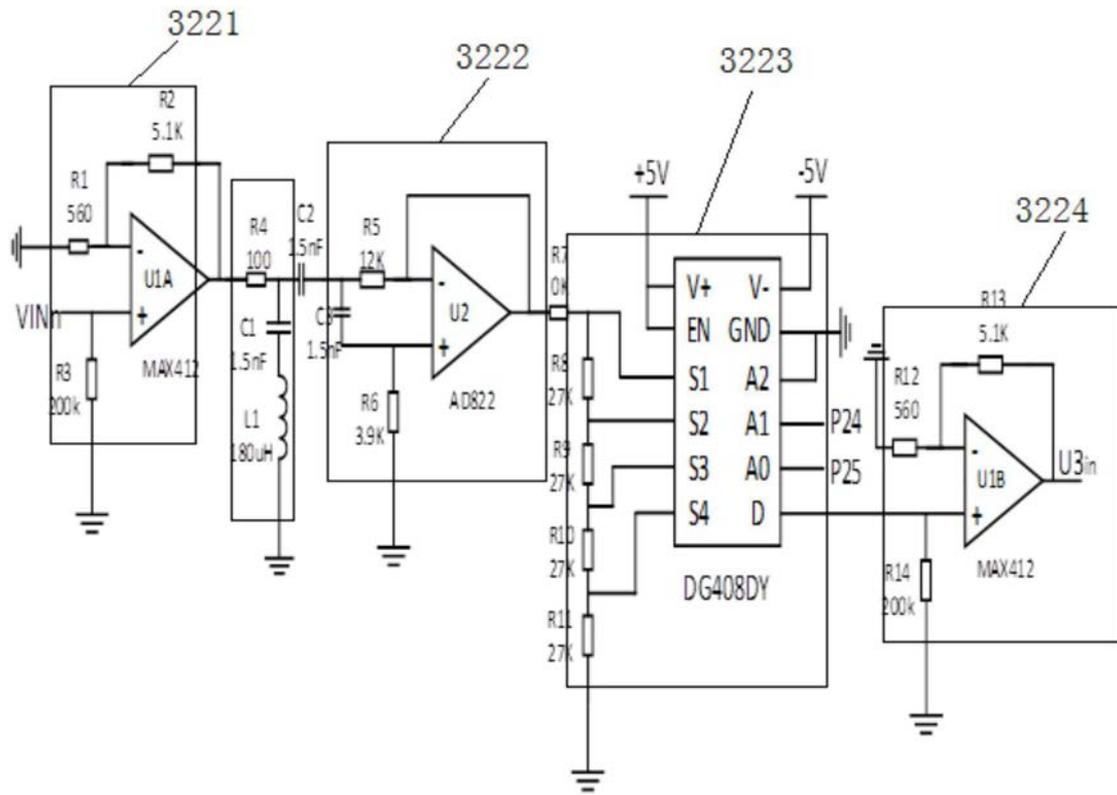


图2

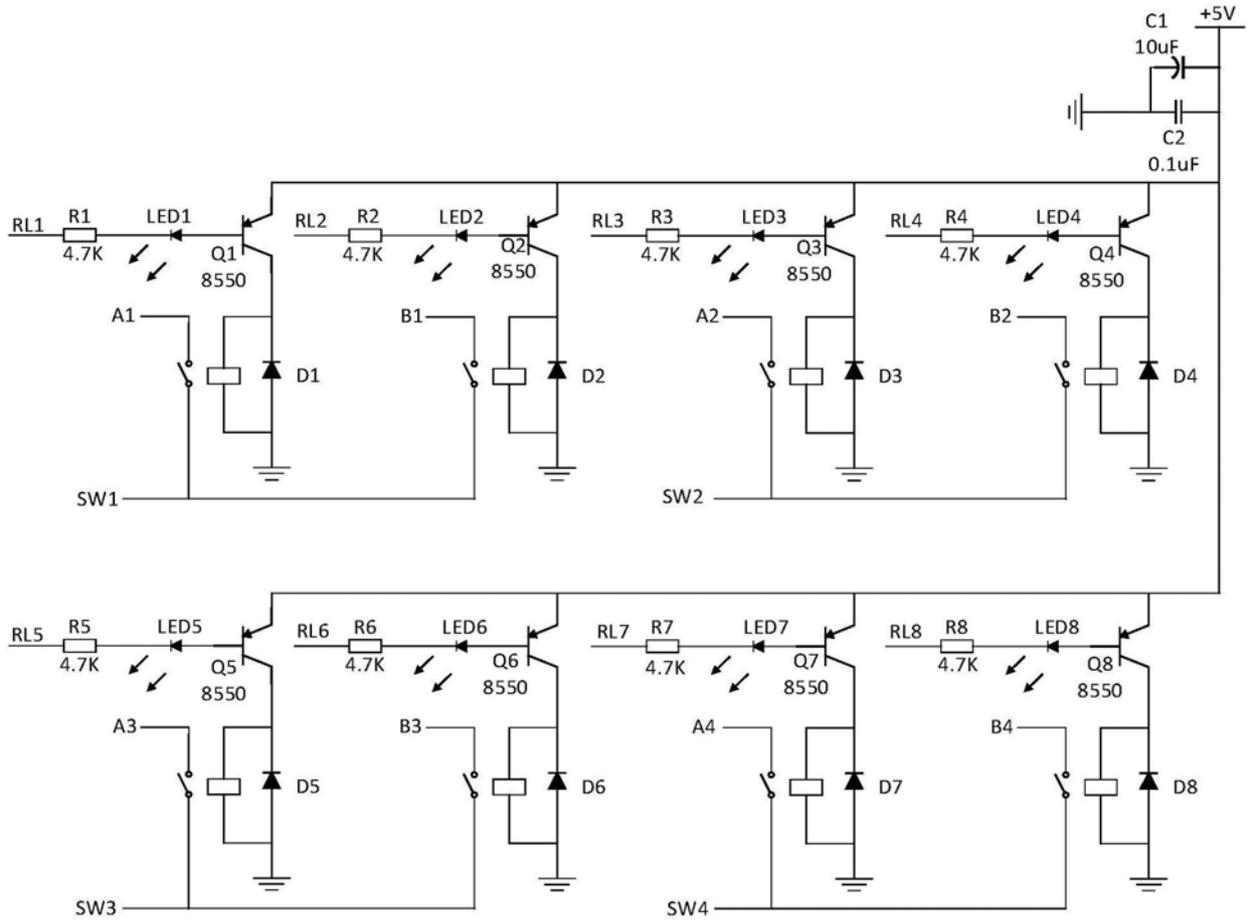


图3

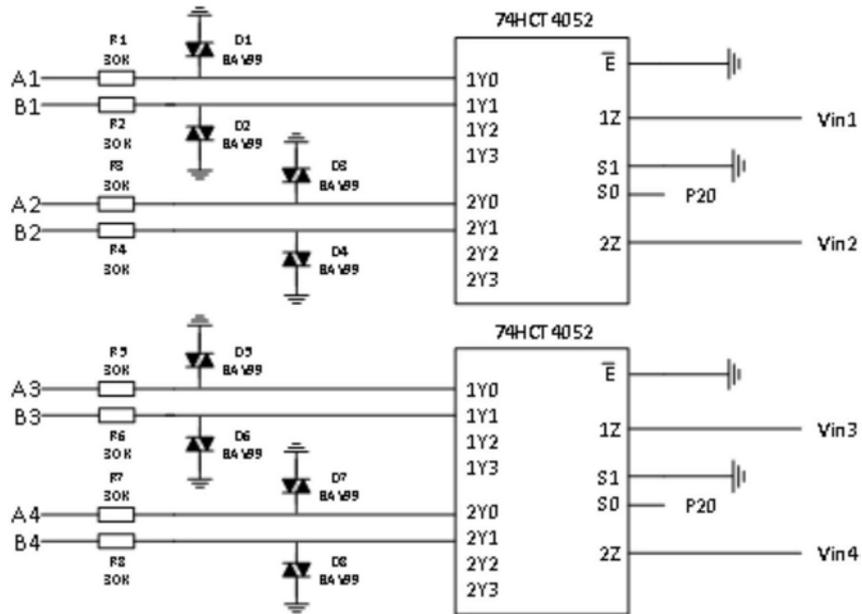


图4

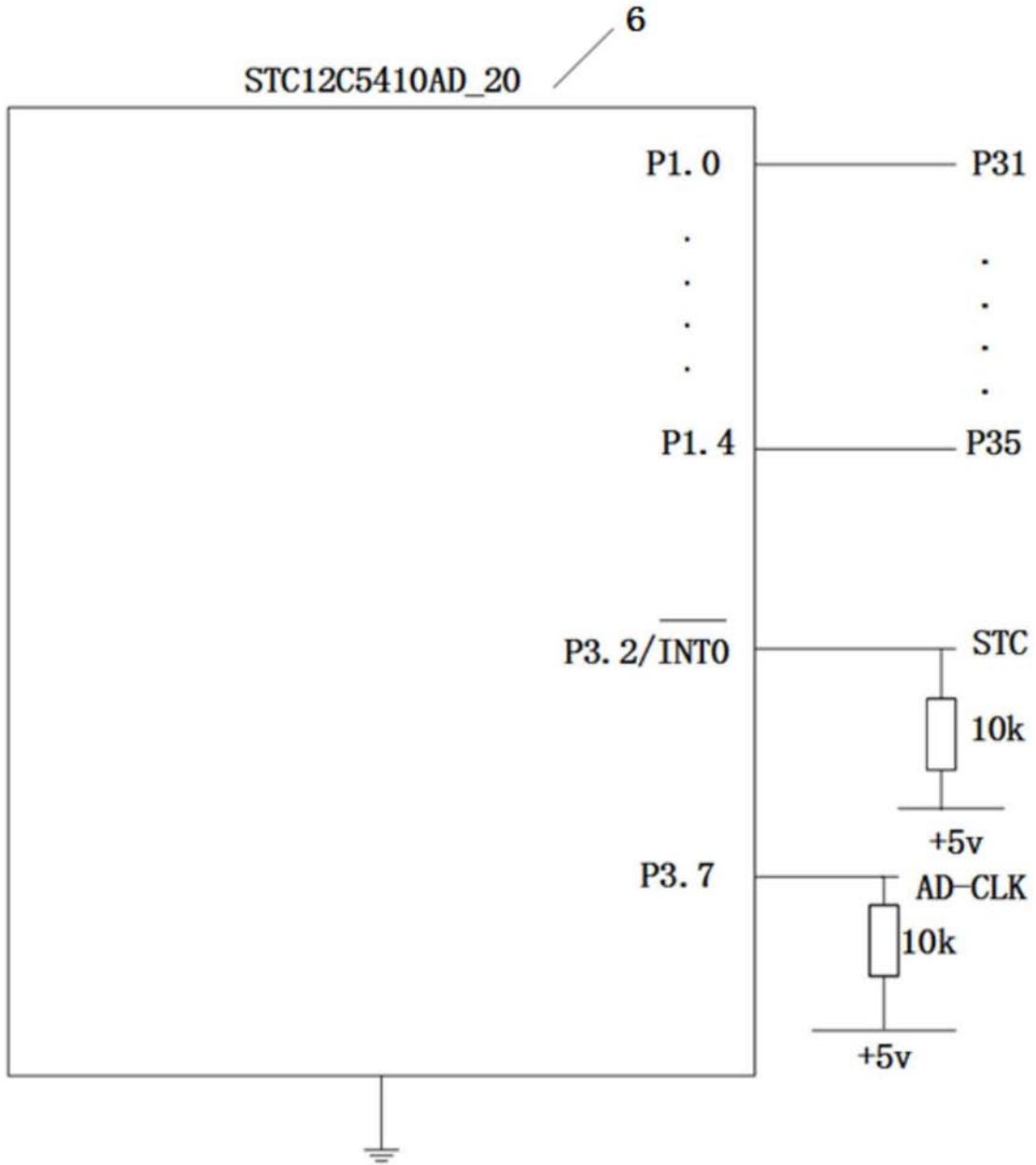


图5