



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105021802 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510496396. 8

(22) 申请日 2015. 08. 13

(71) 申请人 中国科学院电子学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 19 号

(72) 发明人 叶盛波 方广有 高云泽 夏新凡
王友成 管洪飞 徐志伍

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.
G01N 33/38(2006. 01)

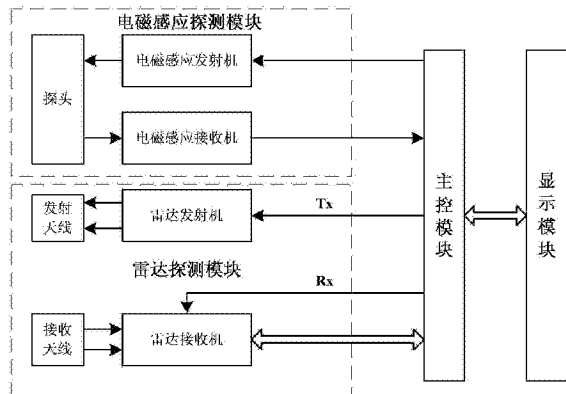
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

手持式混凝土结构探测仪及其探测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种手持式混凝土结构探测仪及相应的探测方法,所述探测仪包括集成在一起的雷达探测模块、电磁感应探测模块、主控模块和显示模块,雷达探测模块发射雷达信号并接收雷达回波信号,电磁感应探测模块发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号,主控模块产生所述探测仪所需的时序和控制逻辑,同时采集所述雷达回波信号以及感应电磁场信号并将它们数字化,显示模块根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据并对该数据进行显示。本发明结构简单,能够由人手持进行探测,且能将钢筋和非金属管线进行区分,准确得到混凝土内 7~30cm 中目标的深度。并且本发明便于使用,实时显示。



1. 一种手持式混凝土结构探测仪,包括集成在一起的雷达探测模块、电磁感应探测模块、主控模块和显示模块,其中:

所述雷达探测模块用于发射雷达信号并接收雷达回波信号;

所述电磁感应探测模块用于发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号;

所述主控模块产生所述探测仪所需的时序和控制逻辑,同时采集所述雷达回波信号以及感应电磁场信号并将它们数字化;

所述显示模块用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据并对该数据进行显示。

2. 如权利要求 1 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,所述雷达探测模块包括雷达发射机、发射天线、雷达接收机和接收天线,其中:

所述雷达发射机用于在主控模块驱动下产生周期性的脉冲信号,为发射天线提供馈电信号;

所述发射天线根据所述馈电信号产生并发射雷达信号;

所述接收天线用于接收来自于目标的雷达回波信号;

所述雷达接收机,用于将接收天线接收的雷达回波信号进行信号采样,获得回波信号的基带信号,作为主控模块的输入信号之一。

3. 如权利要求 1 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,电磁感应发探测模块包括电磁感应发射机、电磁感应接收机和探头,其中:

所述电磁感应发射机在主控模块驱动下产生一定频率的激励信号并传送给所述探头;

所述探头受所述激励信号的电磁感应,获得电磁辐射信号并向外辐射,同时接收来自目标的二次场信号;

所述电磁感应接收机将所述探头接收到的二次场信号进行调理后作为主控模块的输入信号之一。

4. 如权利要求 1 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,所述主控模块包括 FPGA、延迟线、测量轮、电源遥测和激光器,其中:

所述 FPGA 产生雷达发射机、雷达接收机、电磁感应发射机、电磁感应接收机所需的时序控制,并控制延迟线、电源遥测、测量轮以及激光器的工作。

5. 如权利要求 4 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,所述 FPGA 还用于存储数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号。

6. 如权利要求 1 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,所述显示模块包括处理器、显示屏、按键、存储器和通信接口,其中:

所述处理器用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据。

7. 如权利要求 6 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,所述处理器为 ARM 芯片。

8. 如权利要求 1 所述的手持式混凝土结构探测仪,其特征在于,还包括内置电池。

9. 一种混凝土结构探测方法,其特征在于,采用如权利要求 1 至 8 中任一项所述的混凝土结构探测仪。

10. 一种混凝土结构探测方法,包括:
发射雷达信号并接收雷达回波信号;
发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号;
采集所述雷达回波信号以及感应电磁场信号并将它们数字化;
根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据。

手持式混凝土结构探测仪及其探测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子技术领域,尤其涉及一种手持式混凝土结构探测仪。

背景技术

[0002] 混凝土无损检测是对混凝土质量进行监督和诊断的重要手段,是整个混凝土工程技术中的一项重要内容。随着我国经济建设的发展和人民生活水平的提高,对建筑混凝土结构的施工或者维护的检测,已逐渐被提到议事日程上来。

[0003] 目前,对混凝土结构的检测主要是采用无损探测的方法对保护层厚度、混凝土内钢筋位置、数量以及直径的检测,普遍是用的仪器是钢筋检测仪。钢筋检测仪是利用电磁感应的现象实现对金属物的探测,尽管这类仪器成本相对较低,但存在一些缺点:1)只能对金属物进行探测,而对于非金属物或者裂缝则不能检测;2)钢筋定位不精确,探测深度相对较浅;3)探测图像不直观等。

[0004] 探地雷达 (Ground-Penetrating Radar, GPR) 是近些年来迅速发展起来的一种高新无损检测技术,目前国外已应用得非常广泛,而且后期的技术支持也日趋成熟。利用 GPR 技术可对钢筋混凝土内部结构 (配筋、钢筋保护层等) 成像与解释,实现对其质量的检测与评估,在钢筋混凝土内部结构探测中具有良好的效果。由于常规雷达计算目标深度时,需要知道准确的介电常数,而混凝土往往不是均匀介质,精确的介电常数不能获得,所以采用 GPR 获得的目标深度误差很大。

发明内容

[0005] (一) 要解决的技术问题

[0006] 鉴于以上问题,本发明提供了一款手持式混凝土结构探测仪,以克服现有钢筋仪不能探测非金属以及现有雷达深度测量误差大的窘境。

[0007] (二) 技术方案

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提出一种手持式混凝土结构探测仪,包括集成在一起的雷达探测模块、电磁感应探测模块、主控模块和显示模块,其中:所述雷达探测模块用于发射雷达信号并接收雷达回波信号;所述电磁感应探测模块用于发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号;所述主控模块产生所述探测仪所需的时序和控制逻辑,同时采集所述雷达回波信号以及感应电磁场信号并将它们数字化;所述显示模块用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据并对该数据进行显示。

[0009] 根据本发明的具体实施方式,所述雷达探测模块包括雷达发射机、发射天线、雷达接收机和接收天线,其中:所述雷达发射机用于在主控模块驱动下产生周期性的脉冲信号,为发射天线提供馈电信号;所述发射天线根据所述馈电信号产生并发射雷达信号;所述接收天线用于接收来自于目标的雷达回波信号;所述雷达接收机,用于将接收天线接收的雷达回波信号进行信号采样,获得回波信号的基带信号,作为主控模块的输入信号之一。

[0010] 根据本发明的具体实施方式,电磁感应发探测模块包括电磁感应发射机、电磁感

应接收机和探头,其中:所述电磁感应发射机在主控模块驱动下产生一定频率的激励信号并传送给所述探头;所述探头受所述激励信号的电磁感应,获得电磁辐射信号并向外辐射,同时接收来自目标的二次场信号;所述电磁感应接收机将所述探头接收到的二次场信号进行调理后作为主控模块的输入信号之一。

[0011] 根据本发明的具体实施方式,所述主控模块包括 FPGA、延迟线、测量轮、电源遥测和激光器,其中:所述 FPGA 产生雷达发射机、雷达接收机、电磁感应发射机、电磁感应接收机所需的时序控制,并控制延迟线、电源遥测、测量轮以及激光器的工作。

[0012] 根据本发明的具体实施方式,所述 FPGA 还用于存储数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号。

[0013] 根据本发明的具体实施方式,所述显示模块包括处理器、显示屏、按键、存储器和通信接口,其中:所述处理器用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据。

[0014] 根据本发明的具体实施方式,所述处理器为 ARM 芯片。

[0015] 根据本发明的具体实施方式,还包括内置电池。

[0016] 本发明还提出一种混凝土结构探测方法,其采用前述的混凝土结构探测仪。该方法可包括:发射雷达信号并接收雷达回波信号;发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号;采集所述雷达回波信号以及感应电磁场信号并将它们数字化;根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据。

[0017] (三)有益效果

[0018] 从上述技术方案可以看出,本发明手持式混凝土结构探测仪具有以下有益效果:

[0019] (1) 本发明结构简单,能够由人手持进行探测,方便实用。

[0020] (2) 本发明的探测仪包括有雷达探测模块,其可以探测到混凝土内钢筋以及非金属管,从而将钢筋和非金属管线进行区分。雷达探测模块探测深度最深可达 30cm,所以在获得混凝土介电常数的基础上,还可以准确得到混凝土内 7 ~ 30cm 中目标的深度;

[0021] (3) 本发明可以将探测得到的数据结果、包括雷达图像和金属(钢筋)在显示屏上能实时显示。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪系统结构示意图;

[0023] 图 2 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中雷达发射机的结构示意图;

[0024] 图 3 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中雷达接收机的结构示意图;

[0025] 图 4 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中雷达收发天线的结构示意图;

[0026] 图 5 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中电磁感应发射机的结构示意图;

[0027] 图 6 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中电磁感应接收机的结构示意图;

[0028] 图 7 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中电磁感应探头的结构示意图;

[0029] 图 8 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中主控模块的结构示意图;

[0030] 图 9 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中显示模块的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。需要说明的是,在附图或说明书描述中,相似或相同的部分都使用相同的图号。附图中未绘示或描述的实现方式,为所属技术领域中普通技术人员所知的形式。另外,虽然本文可提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。

[0032] 本发明的目的是提出一种混凝土结构检测仪,它包括集成在一起的雷达探测模块、电磁感应探测模块、主控模块、显示模块。其中雷达探测模块用于发射雷达信号并接收雷达回波信号;电磁感应探测模块用于发射脉冲磁场和接收含有目标信息的感应电磁场信号;主控模块产生所述检测仪所需的时序和控制逻辑,同时采集雷达回波信号以及感应电磁场信号并数字化;显示模块用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据并对该数据进行显示,可以显示的包括雷达探测模块得到的雷达数据以及电磁感应探测模块得到的保护层厚度数据、钢筋直径数据。

[0033] 主控模块可利用可编程逻辑门阵列(FPGA)实现,显示模块可利用ARM芯片的装置实现。

[0034] 本发明的上述各个模块集成在一个装置中,采用内置电池进行供电,获得的探测数据在显示屏中实时显示,不需要其他外部的显示设备,因此可以由使用者方便地携带。

[0035] 图1为本发明的一个实施例的手持式混凝土结构检测仪的结构示意图。该实施例的手持式混凝土结构检测仪的雷达探测模块包括雷达发射机、发射天线、雷达接收机和接收天线,其中:

[0036] 雷达发射机,用于在主控模块驱动下产生周期性的脉冲信号,为发射天线提供馈电信号;发射天线根据所述馈电信号产生并发射雷达信号;接收天线用于接收来自于目标的雷达回波信号;雷达接收机,用于将接收天线接收的雷达回波信号进行信号采样,获得回波信号的基带信号,作为主控模块的输入信号之一。

[0037] 电磁感应探测模块包括电磁感应发射机、电磁感应接收机和探头,其中:电磁感应发射机在主控模块驱动下产生一定频率的激励信号并传送给探头,所述探头受所述激励信号的电磁感应,获得电磁辐射信号并对外辐射,同时接收来自目标的二次场信号;电磁感应接收机,将探头接收到的二次场信号进行调理后作为主控模块的输入信号之一,所述调理包括限幅、放大等,然后进行数字化;

[0038] 主控模块,用于产生控制雷达发射机和电磁感应发射机的控制信号。此外,主控模块还将数字化后的雷达回波信号进行滤波;

[0039] 显示模块用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据,显示雷达探测模块得到的雷达数据,指示混凝土内部的目标的粗略位置,以及电磁感应探测模块得到数据,指示钢筋的位置和保护层厚度。

[0040] 以下分别对本实施例手持式混凝土结构检测仪的各个组成部分进行详细说明。

[0041] 图2为本发明实施例手持式混凝土结构检测仪中雷达发射机的结构示意图,请参照图2,手持式混凝土结构检测仪中的雷达发射机包括触发信号产生电路和脉冲产生电路:

[0042] 1) 触发信号产生电路

[0043] 本实施例中,触发信号产生电路为一方波发生器,其产生幅度为5V,脉冲宽度为

100ns, 信号重复频率为 1MHz 的方波信号。

[0044] 本发明并不以此为限, 该触发信号的幅度可以介于 3V ~ 10V 之间, 脉冲宽度可以介于 30ns ~ 800ns 之间, 信号重复频率可以介于 100KHz ~ 2MHz 之间。

[0045] 此外, 本发明中也可以不包含该单端触发信号产生电路, 而直接由外界输入满足上述条件的一单端触发信号, 同样可以实现本发明。

[0046] 2) 脉冲产生电路

[0047] 本实施例中, 脉冲产生电路为一脉冲信号发生器, 其产生幅度为 $\pm 3.5V$, 脉冲底宽均为 400ps, 信号重复频率为 1MHz 的一对对称的正极性脉冲信号和负极性脉冲信号。

[0048] 本发明并不以此为限, 该脉冲信号还可以为一对相位相反的阶跃信号, 该脉冲信号的幅度可以介于 $\pm 3V \sim \pm 30V$ 之间, 脉冲宽度可以介于 200ps ~ 10ns 之间, 信号重复频率可以介于 100KHz ~ 2MHz 之间。本发明中也可以不包含该脉冲发射机电路而直接由外界提供满足上述条件的脉冲发射机, 同样可以实现本发明。

[0049] 本实施例手持式混凝土结构探测仪中的雷达发射机的工作过程为: 当主控电路控制触发电路工作时, 触发信号产生电路产生一个触发信号, 当脉冲产生电路接收到该触发信号时, 其产生一对平衡的高斯负极性脉冲信号和正极性脉冲信号。该信号作为馈电信号直接提供给发射天线。

[0050] 图 3 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中雷达接收机的结构示意图, 请参照图 3, 手持式混凝土结构探测仪中的雷达接收机包括触发信号产生电路、巴伦、第一放大器、取样门、第二放大器、低通滤波器和 AD 转换器。

[0051] 1) 触发信号产生电路

[0052] 本实施例中, 触发信号产生电路为一方波发生器, 其产生幅度为 5V, 脉冲宽度为 100ns, 信号重复频率为 1MHz 的方波信号。

[0053] 本发明并不以此为限, 该触发信号的幅度可以介于 3 ~ 10V 之间, 脉冲宽度可以介于 30 ~ 800ns 之间, 信号重复频率可以介于 100KHz ~ 2MHz 之间。

[0054] 此外, 本发明中也可以不包含该单端触发信号产生电路, 而直接由外界输入满足上述条件的一单端触发信号, 同样可以实现本发明。

[0055] 2) 巴伦

[0056] 本实施例中, 采用巴伦将天线收到的雷达回波信号转为非平衡信号, 该巴伦阻抗比为 2 : 1, 工作带宽 0.1 ~ 3GHz。

[0057] 3) 第一放大器

[0058] 本实施例中, 第一放大器采用低噪声放大器, 其将巴伦输出信号进行放大, 增加接收机的输入动态范围, 该放大器带内增益为 25dB, 工作带宽为 0.05 ~ 4GHz。

[0059] 4) 取样门

[0060] 本实施例中, 取样门为一非平衡馈电采样形式。取样门可对待采样脉冲信号进行下采样, 降频重构待采样脉冲信号基带波形, 获得在在时间域上被展宽的低频基带信号。该实施例的取样门的带宽为 3GHz, 输入动态范围为 70dB。

[0061] 本发明并不以此为限, 该取样门的带宽可以介于 2 ~ 8GHz 之间, 输入动态范围大于 60dB。

[0062] 此外, 本发明中也可以不包含该取样门电路, 而直接由外界提供满足上述条件的

模拟接收电路,同样可以实现本发明。

[0063] 5) 第二放大器

[0064] 本实施例中,第二放大器采用运算放大器,其将取样门输出的信号进行放大,该放大器放大倍数为 10 倍,采用同相端输入方式。

[0065] 6) 低通滤波器

[0066] 本实施例中,采用有源滤波器对前级放大信号进行低通滤波,该滤波器采用无限增益多路反馈滤波电路,滤波器低通截止频率为 50kHz。

[0067] 本发明并不以此为限,该滤波器的形式可以采用多阶低通滤波器,或者压控电压源多阶低通滤波器等,依据接收机重复频率的不同,截至频率可以介于接收机重复频率的 $1/10 \sim 1/20$ 。

[0068] 7) AD 转换器

[0069] 本实施例中,采用 16 位高精度的 ADC 对信号进行模数转换,ADC 的采样率为 1MHz。

[0070] 本发明并不以此为限,该 ADC 可以选择其他类型的 ADC,位数可以介于 16 ~ 32 之间,采样率可以介于 0.5 ~ 10MHz。

[0071] 本实施例手持式混凝土结构检测仪中的雷达接收机的工作过程为:接收天线获得的雷达回波信号首先经过巴伦转换为单端信号,该单端信号经过放大器放大。当触发信号到来时,取样门对放大后的单端信号进行采样,产生待采样脉冲信号在时间域上被展宽的低频基带信号。该低频基带信号再经过第二放大器放大和低通滤波器滤波后,输入到 AD 转换器进行模数转换。

[0072] 图 4 为本发明实施例手持式混凝土结构检测仪中雷达收发天线的结构示意图。请参照图 4,本发明中雷达发射机工作于 1.6GHz 中心频率,要求天线具有 100% 相对带宽。天线系统采用背腔结构,收发天线与雷达收发系统集成为一体,满足手持式便携性要求。

[0073] 在该实施例中,如图 4 所示,雷达探测模块还包括发射腔 1、发射天线 2、发射机支撑盒 3、金属板 4、接收机支撑盒 5、接收天线 6、接收腔 7。发射天线 2 位于金属背腔底面,并由发射机支撑盒 3 固定在天线基板与金属背腔之间。同样,接收天线 6 由接收机支撑盒 5 固定在金属背腔内部。发射机与发射天线集成在发射腔 1 中,接收天线与接收机集成在接收腔 7 中,发射腔 1 与接收腔 7 由金属板 4 连接。

[0074] 发射机支撑架一方面固定发射机,同时起着支撑天线的作用。发射机与发射天线采用差分馈电进行电性连接,焊接后并由螺钉固定。接收机与接收天线采用差分馈电进行电性连接,焊接后并由螺钉固定。探测目标回波被接收天线收到后,经过巴伦构成的阻抗变换器传递给低噪声放大器进行放大,再送入取样电路进行下采样,获得在时间域上被展宽的低频基带信号,最后经过低通滤波器的滤波处理,获得 ADC 的输入信号。

[0075] 图 5 为本发明实施例手持式混凝土结构检测仪中电磁感应发射机的结构示意图。请参照图 5,手持式混凝土结构检测仪中的电磁感应发射机包括触发信号产生电路和脉冲产生电路:

[0076] 1) 触发信号产生电路

[0077] 本实施例中,触发信号电路为一方波发生器,其产生幅度为 5V,信号宽度为 140us,信号重复频率为 1.6kHz 的方波信号。

[0078] 本发明并不以此为限,该触发信号的幅度可以介于 3 ~ 10V 之间,信号宽度可以介

于 50us ~ 250us 之间,信号重复频率可以介于 1 ~ 2kHz 之间。

[0079] 此外,本发明中也可以不包含该触发信号产生电路,而直接由外界输入满足上述条件的触发信号,同样可以实现本发明。

[0080] 2) 脉冲产生电路

[0081] 本实施例中,脉冲产生电路为一脉冲信号发生器,其产生幅度为 -50V,脉冲底宽均为 20us,信号重复频率为 1kHz 的负极性脉冲信号。

[0082] 本发明并不以此为限,该脉冲信号的幅度可以介于 -25V ~ -80V 之间,脉冲宽度可以介于 50 ~ 250us 之间,信号重复频率可以介于 1 ~ 2kHz 之间。本发明中也可以不包含该脉冲产生电路,而直接由外界提供满足上述条件的脉冲产生,同样可以实现本发明。

[0083] 本实施例手持式混凝土结构检测仪中的电磁感应发射机的工作过程为:当主控电路控制触发电路工作时,触发信号产生电路产生一个触发信号,当脉冲产生电路接收到该触发信号时,脉冲产生电路产生一负极性脉冲信号,该信号作为馈电信号直接提供给电磁感应探头。

[0084] 图 6 为本发明实施例手持式混凝土结构检测仪中电磁感应接收机的结构示意图。请参照图 6,手持式混凝土结构检测仪中的电磁感应接收机包括限幅电路、放大电路、开关电路、积分电路和 AD 转换器。

[0085] 1) 限幅电路

[0086] 本实施例中,限幅电路利用二极管将探头接收到的信号进行限幅处理,以免后级放大器饱和。该限幅二极管限幅电压为 0.7V。

[0087] 2) 放大电路

[0088] 本实施例中,采用仪表放大器将限幅后的信号进行放大,该放大器放大倍数为 39 倍,采用同相端输入方式。

[0089] 3) 开关电路

[0090] 本实施例中,采用模拟开关切换探头接收到的感应一次场与感应二次场信号。当接收到的信号处于一次场时间时,开关处于关断状态,当接收二次场时,开关闭合。

[0091] 4) 积分电路

[0092] 本实施例中,采用运算放大器构成积分电路,积分时间常数为 4.7s。

[0093] 5) AD 转换器

[0094] 本实施例中,采用 24 位高精度的 ADC 对信号进行模数转换,ADC 的采样率为 50kHz。为了提高输入信号的信噪比,对输入信号进行硬件平均,即每 18 个回波才进行一次模数转换。

[0095] 本发明并不以此为限,该 ADC 可以选择其他类型的 ADC,位数可以介于 16 ~ 32 之间,采样率可以介于 10 ~ 500kHz。同样,硬件平均次数可以介于 1 ~ 256 之间。

[0096] 本实施例手持式混凝土结构检测仪中的电磁感应接收机的工作过程为:当电磁感应信号到来时,限幅电路、放大电路、开关电路和积分电路分别对探头接收到的信号进行限幅、放大、开关切换以及积分,积分后的信号转换为类似于直流的信号。该信号作为 AD 转换器的输入信号。

[0097] 图 7 为本发明实施例手持式混凝土结构检测仪中电磁感应探头的结构示意图。请参照图 7,手持式混凝土结构检测仪中的电磁感应探头包括一对小线圈和一个大线圈,其中

小线圈为线径 0.25mm 的自粘漆包线,采用平行密绕法,小线圈的内直径为 25mm。大线圈为线径为 0.25mm 的自粘漆包线,采用平行密绕法,大线圈的长端直径为 76mm,宽为 30mm。在测量浅层目标时,如钢筋深度低于 7cm 时,采用小线圈测量,否则采用大线圈测量。小线圈放置在大线圈内,并与大线圈同处于一个平面

[0098] 图 8 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中主控模块的结构示意图。请参照图 8,手持式混凝土结构探测仪中的主控模块包括 FPGA、延迟线、测量轮、电源遥测和激光器:

[0099] 1)FPGA

[0100] 本实施例中,采用 FPGA 产生雷达发射机、雷达接收机、电磁感应发射机、电磁感应接收机所需的时序控制。同时控制模块中的延迟线、电源遥测、测量轮以及激光器均由 FPGA 控制。获得的数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号按照一定格式存贮在 FPGA 内部的 RAM 中,每道数据 512 字节。

[0101] 为了提高数据的信噪比,数据在 FPGA 中进行平均,最后送到显示模块中进行显示。

[0102] 2) 延迟线

[0103] 本实施例中,采用可编程延迟线产生雷达发射机、雷达接收机、触发信号需要的高精度步进信号,延迟步进约为 32ps。

[0104] 本发明并不以此为限,该延迟线的延迟步进可以介于 5 ~ 100ps 之间。本发明中也可以不包含该延迟线而直接由外界提供满足上述条件的高精度步进信号,同样可以实现本发明。

[0105] 3) 电源遥测

[0106] 本实施例中,采用 12 位、250kHz 高精度 ADC 对电池分压后的电压进行遥测。本发明中,电池标称电压为 7.4V,电池分压比为 4。遥测后得到的数值送入 FPGA 中,进行打包。

[0107] 4) 测量轮

[0108] 本实施例中,采用光电编码器对探测器实现测量轮的功能。在本发明中,测距精度为 1mm,探测仪采用距离触发模式。测量轮得到的距离值送入 FPGA 中,进行打包。

[0109] 5) 激光器

[0110] 本实施例中,采用激光器实现对探测仪的引导功能。

[0111] 图 9 为本发明实施例手持式混凝土结构探测仪中显示模块的结构示意图。请参照图 9,手持式混凝土结构探测仪中的显示模块包括处理器、显示屏、按键、存储器和通信接口:

[0112] 1) 处理器

[0113] 处理器用于根据数字化的所述雷达回波信号以及感应电磁场信号计算混凝土结构数据,本实施例中,显示模块中的处理器还用于完成包括探测仪的采集界面和图像显示界面。该实施例中的处理器采用 ARM 芯片,ARM 基于嵌入式 Linux 系统,当系统开机启动并进入应用软件界面后,可设定雷达工作参数包括采样率、采样点数、增益等。当雷达采集完数据后,FPGA 将打包数据传送给嵌入式 ARM 芯片,ARM 芯片将数据存储于存储器中,并在显示屏中进行实时图像显示。在显示界面中,可通过人机交互,在使用者的指示下,ARM 芯片可对数据作进一步处理,例如滤波、相关、增益等。另外存储在存储器中的数据可通过通信

接口传送给终端。

[0114] 2) 显示屏

[0115] 本实施例中,显示屏采用工业级 5.7 寸高亮显示屏。ARM 中的数据最后通过 LCD 进行显示。

[0116] 3) 按键

[0117] 本实施例中,按键作为人机交互的输入。在本发明中,共有 5 个按键,分别为“上”、“下”、“左”、“右”、“确定”。

[0118] 本发明中也可以不包含该按键而直接由触摸屏获得按键对应功能,同样可以实现本发明。

[0119] 4) 存储器

[0120] 本实施例中,探测仪的科学数据最后存储在 SD 卡中。

[0121] 5) 通信接口

[0122] 本实施例中,探测仪可以通过 WIFI 将 SD 卡中的数据传送给其他终端,例如笔记本电脑等。

[0123] 所述天线的工作中心频率可以介于 1 ~ 5GHz 之间,天线形式可以是 bowtie 形式或者类似形式为保证雷达与电磁感应探测位置同步,雷达探测模块的发射天线接收天线的中心与电测感应模块的探头中心最好重合。但本发明并不以此为限,本发明中雷达天线位置与电磁感应探头位置也可以不采用共中心点,而其他摆放位置,通过位置补偿,同样可以实现本发明。

[0124] 该实施例的各个元件集成在一个装置中,采用内置 7.4V 锂电池进行供电,获得的探测数据在显示屏中实时显示,不需要其他外部的显示设备。整个装置尺寸为 24×16×10cm,重量不超多 3kg,由此可以由使用者方便地携带。

[0125] 至此,已经结合附图对本发明实施例进行了详细描述。依据以上描述,本领域技术人员应当对本发明手持式混凝土结构探测仪有了清楚的认识。

[0126] 此外,上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式,本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换,例如:FPGA 还可以采用 DSP、ARM 或其他微型控制器替代。

[0127] 综上所述,本发明基于超宽带雷达技术与电磁感应技术设计了一款手持式混凝土结构探测仪。该探测仪不仅可以探测到混凝土内钢筋以及非金属管等目标,还可以将钢筋和非金属管线进行区分。通过电磁感应功能,在预知混凝土内钢筋直径的情况下,可以准确地获得混凝土保护层的厚度,结合雷达功能,还可以获得混凝土的介电常数,甚至可以判断混凝土原材料。探测得到的数据结果、包括雷达图像和金属(钢筋)在显示屏上能实时显示,极大方便作业人员的操作。

[0128] 以上所述的具体实施例,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,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,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。

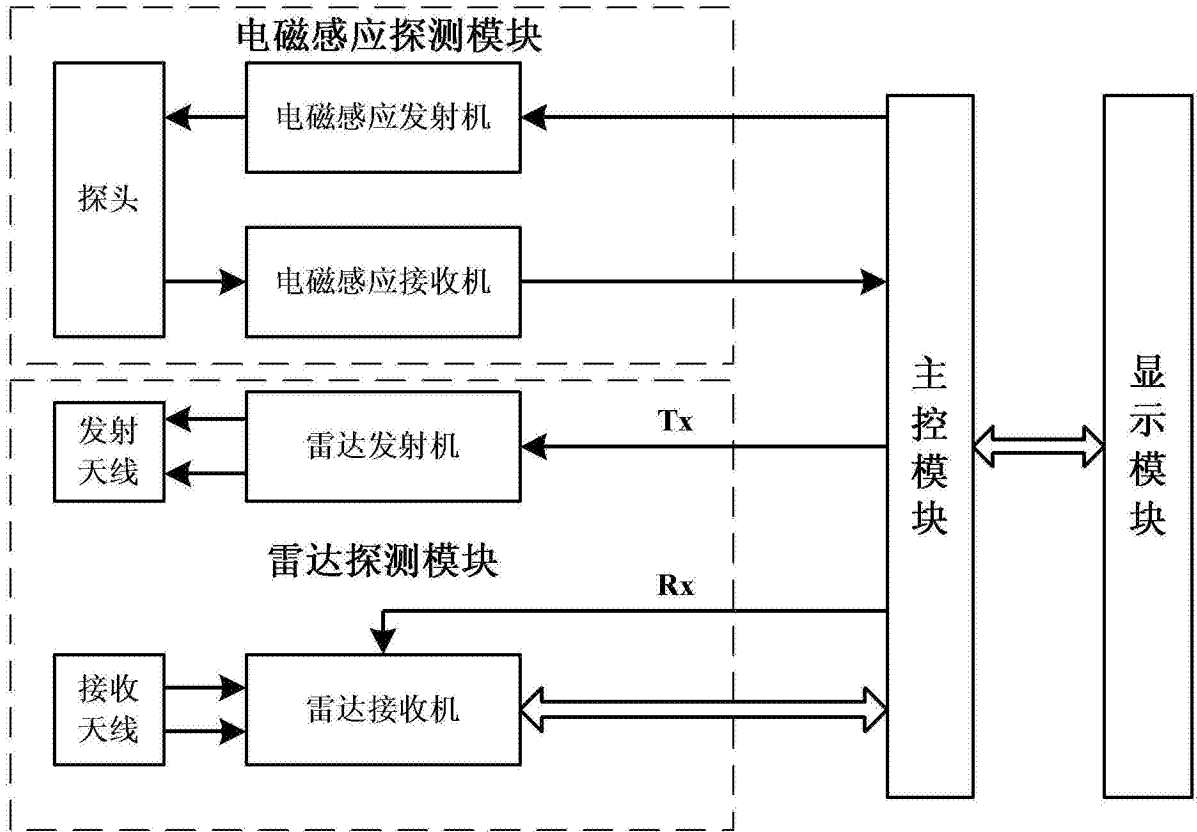


图 1

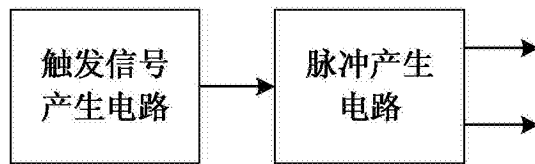


图 2

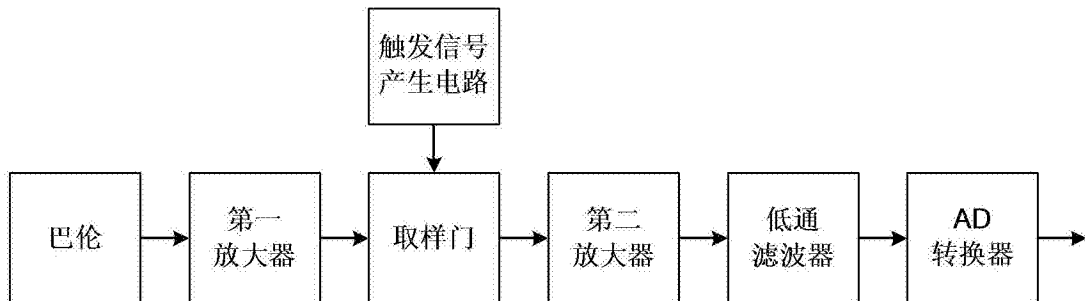


图 3

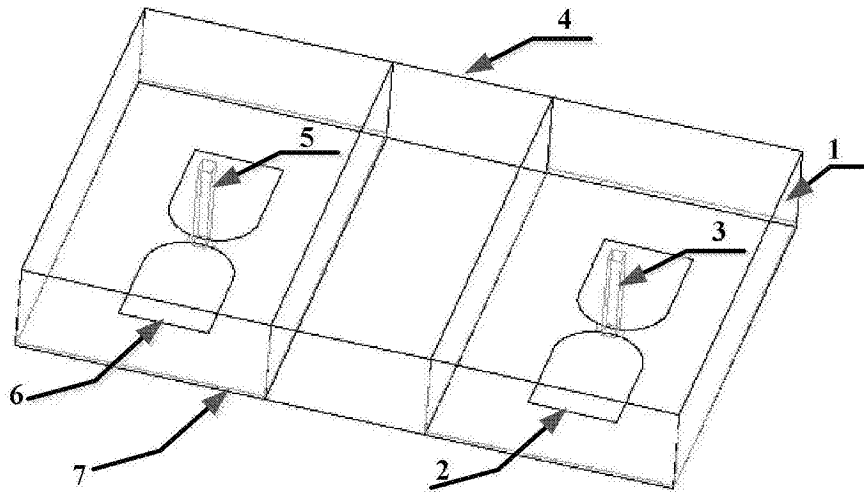


图 4

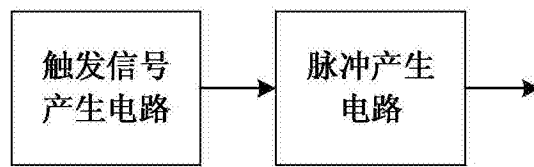


图 5

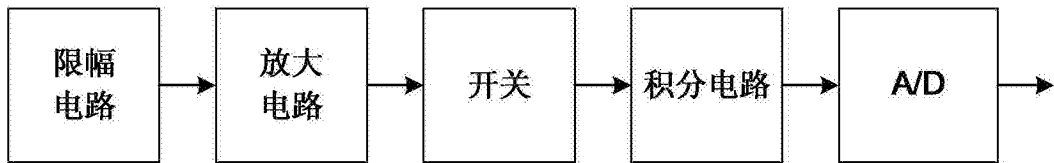


图 6

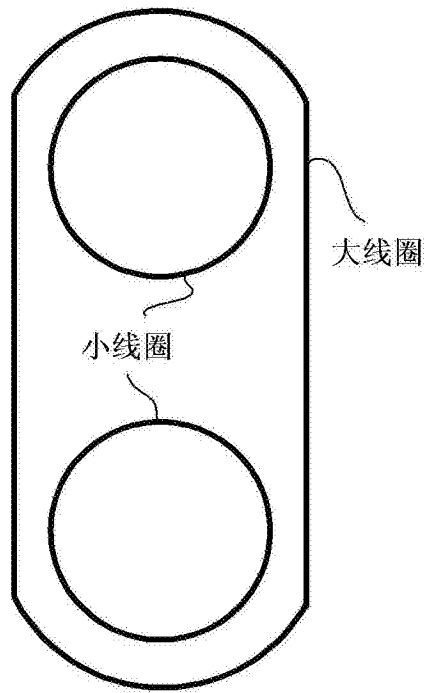


图 7

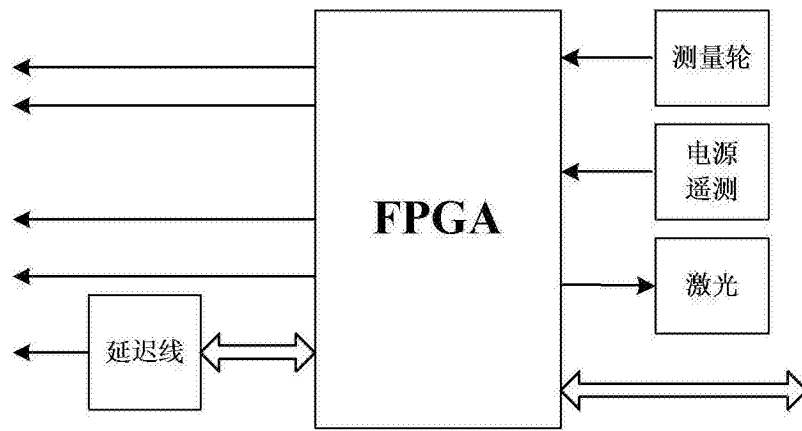


图 8

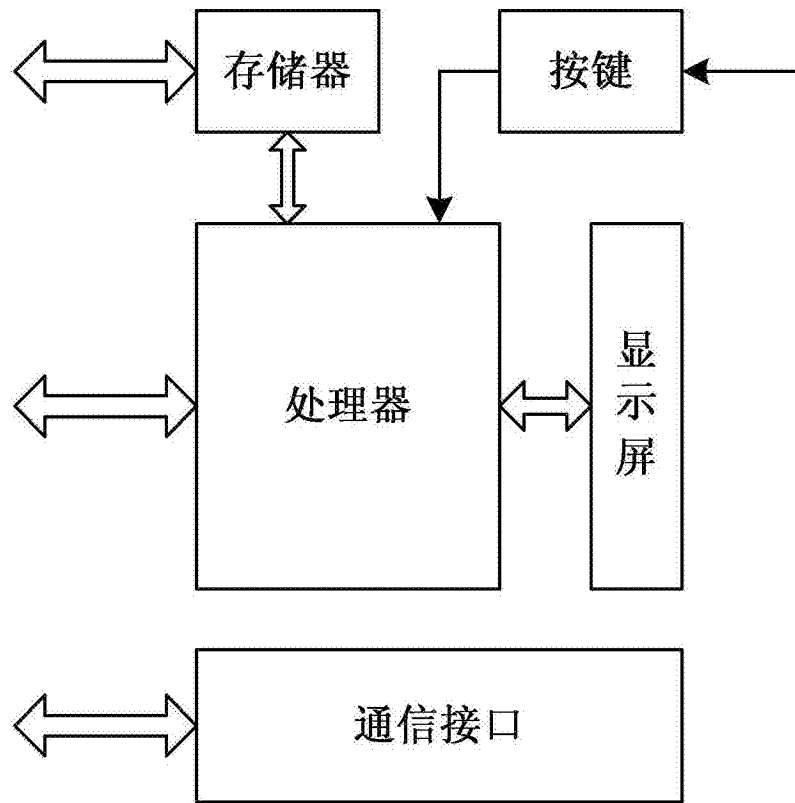


图 9