(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104459357 B
(45)授权公告日 2017.08.08

(21)申请号 201410752747.2

(22)申请日 2014.12.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104459357 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(73)专利权人 吉林大学
地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 李新波 付云博 杨涵璐 姜良旭 刘国君 吴越 刘建芳 杨志刚 石要武

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201
代理人 齐安全 胡景阳

(51)Int.Cl.
G01R 29/22(2006.01)

(56)对比文件
CN 103116133 A,2013.05.22,
CN 1549776 A,2004.11.24,
US 2006/0114963 A1,2006.06.01,
高迎慧等.基于压电加速度传感器的井下机车定位系统.《压电与声光》.2012,第34卷(第5期),第782-784、787页.
Ding Ji-feng et al..Design of Low-frequency Vibration Detection System.《The Open Electrical & Electronic Engineering Journal》.2014,330-334.

审查员 张丽萍

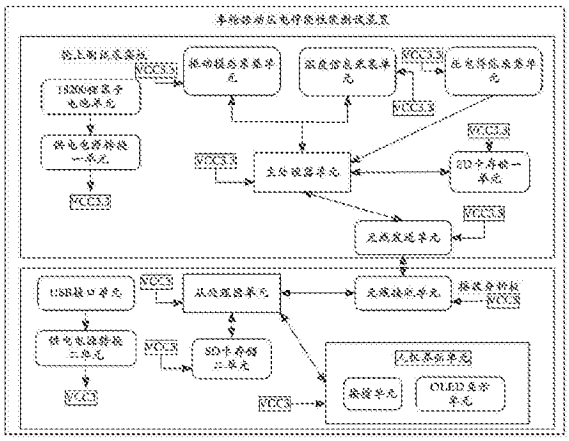
权利要求书4页 说明书13页 附图8页

(54)发明名称

车轮振动压电俘能性能测试装置

(57)摘要

本发明公开了一种车轮振动压电俘能性能测试装置,旨在克服现有技术存在的压电俘能效率未知、车轮振动模态信息不健全、压电发电机构未优化的问题。该装置包括有轮上测试采集板和接收分析板,轮上测试采集板固定安装在车轮上,接收分析板安装在车轮外的其他位置,轮上测试采集板和接收分析板之间采用无线传输方式连接;轮上测试采集板包括有压电俘能采集单元、振动模态采集单元、主处理器单元、18650锂离子电池单元、供电电源转换一单元、无线发送单元与温度信息采集单元;压电俘能采集单元、振动模态采集单元、SD卡存储一单元、无线发送单元与温度信息采集单元分别和主处理器单元电线连接。接收分析板包括有人机界面单元、从处理器单元等。



CN 104459357 B

1.一种车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的车轮振动压电俘能性能测试装置包括轮上测试采集板和接收分析板，轮上测试采集板和接收分析板之间采用无线传输方式连接；

所述的轮上测试采集板包括压电俘能采集单元、振动模态采集单元、主处理器单元、SD卡存储一单元、18650锂离子电池单元、供电电源转换一单元、无线发送单元与温度信息采集单元；

所述的供电电源转换一单元包括有型号为NCP551的电压转换芯片、型号为RF16100的自恢复保险丝、型号为PBS-11A的锁止开关S1、电容C1、电容C2和电容C3；

型号为RF16100的自恢复保险丝F1的一端与18650锂离子电池单元的“+”端电线连接，型号为RF16100的自恢复保险丝F1的另一端与型号为PBS-11A的锁止开关S1的一端电线连接，型号为PBS-11A的锁止开关S1的另一端与型号为NCP551的电压转换芯片的引脚VIN、电容C1的一端、电容C2的一端电线连接；电压转换芯片的引脚EN与引脚VIN电线连接，电压转换芯片的引脚VOUT和VCC3.3端及电容C3的一端电线连接，电容C1的另一端、电容C2的另一端及电容C3的另一端接地；

SD卡存储一单元中的引脚VDD、振动模态采集单元中的引脚VS与引脚SCL、温度信息采集单元中的引脚VCC、无线发送单元的引脚VCC、主处理器单元中的电阻R1的一端、电阻R10的一端、电阻R11的一端与发光二极管D1的阳极和供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；

压电俘能采集单元、振动模态采集单元、SD卡存储一单元、无线发送单元与温度信息采集单元分别和主处理器单元电线连接。

2.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的压电俘能采集单元包括有全桥整流电路、滤波电路及AD采样电路；

压电俘能采集单元中的全桥整流电路由四个型号为IN4148的二极管组成，输入端PZT_IN1与输入端PZT_IN2分别与压电俘能机构的两个输出端电线连接，全桥整流电路的一输出端接地，全桥整流电路的另一输出端与极性电容C13的正极端及电阻R5的一端电线连接，电容C13的负极端接地；电阻R5的另一端与电阻R6的一端及主处理器的引脚PA2电线连接，电阻R6的另一端接地。

3.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的无线发送单元包括型号为NRF24L01的无线发送芯片U3；

无线发送芯片U3的引脚CE与主处理器单元的引脚PB7电线连接；无线发送芯片U3的引脚CSN与主处理器单元的引脚PB6电线连接；无线发送芯片U3的引脚SCK与主处理器单元的引脚PB5电线连接；无线发送芯片U3的引脚MOSI与主处理器单元的引脚PB4电线连接；无线发送芯片U3的引脚MISO与主处理器单元的引脚PB3电线连接；无线发送芯片U3的引脚IRQ与主处理器单元的引脚PB8电线连接；无线发送芯片U3的引脚GND接地。

4.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的温度信息采集单元包括有型号为DS18B20的温度采集芯片U4、电阻R7与电容C14；

温度采集芯片U4的引脚DQ和主处理器单元的引脚PC12与电阻R7的一端电线连接；电阻R7另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；温度采集芯片U4的引脚VCC与电容C14的一端电线连接，电容C14的另一端接地；温度采集芯片U4的引脚GND接地。

5.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的振动模态采集单元由振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元组成；

所述的振动加速度信息采集单元的电路包括有型号为ADXL345Z的三维加速度信息采集芯片U6、电阻R17、电阻R18、电阻R19、电阻R20、电容C15及电容C16；

三维加速度信息采集芯片U6的引脚SCL和主处理器单元的引脚PB14及电阻R18的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚SDA和主处理器单元的引脚PB15及电阻R17的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚INT1与主处理器单元的引脚PC6及电阻R19的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚CS与主处理器单元的引脚PC7及电阻R20的一端电线连接；电阻R17、电阻R18、电阻R19及电阻R20的另一端均与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚VS和电容C15及电容C16一端电线连接，电容C15及电容C16的另一端接地；

所述的三轴电子指南针单元包括有型号为HMC5883L的三维磁场信息采集芯片U5、电阻R8、电阻R9、电阻R16、电容C17、电容C19与电容C20；

三维磁场信息采集芯片U5的引脚SCL与主处理器单元的引脚PB11及电阻R8的一端电线连接；三维磁场信息采集芯片U5的引脚SDA口与主处理器单元的引脚PB12及电阻R9的一端电线连接；三维磁场信息采集芯片U5的引脚DRDY与主处理器单元的引脚PB13及电阻R16的一端电线连接；电阻R8、电阻R9及电阻R16的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；电容C19的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETP电线连接，电容C19的另一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETC电线连接；电容C20的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚C1电线连接，电容C20的另一端接地；电容C17的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚VDDIO及供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接，电容C17的另一端接地；三维磁场信息采集芯片U5的引脚GND接地。

6.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的SD卡存储一单元由SD卡存储接口电路构成，所述的SD卡存储接口电路包括型号为HX-0905的自弹式SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成；

SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与主处理器的引脚PB9及电阻R23的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CMD与主处理器的引脚PB4及电阻R24的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CLK与主处理器的引脚PB5及电阻R25的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚DATA0和主处理器的引脚PB3及电阻R26的一端电线连接；电阻R23的另一端、电阻R24的另一端、电阻R25的另一端、电阻R26的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接，SD卡存储接口电路的引脚VDD与电容C22的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚VSS与GND端及C22的另一端电线连接。

7.按照权利要求1所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的接收分析板由人机界面单元、从处理器单元、SD卡存储二单元、无线接收单元与供电电源转换二单元组成；

所述的供电电源转换二单元包括型号为MINI-USB-B-R的USB底座JJ3、型号为NCP551的电压转换芯片UU4、型号为RF16100的自恢复保险丝FF1、型号为PBS-11A的锁止开关SS6、电容CC12、电容CC13和电容CC14；

自恢复保险丝FF1的一端与USB底座JJ3的引脚VBus电线连接，自恢复保险丝FF1的另一

端与锁止开关SS6的一端电线连接，锁止开关SS6的另一端与电压转换芯片UU4的引脚VIN、电容CC12的一端、电容CC13的一端电线连接；电压转换芯片UU4的引脚EN与引脚VIN电线连接，电压转换芯片UU4的引脚VOUT与VCC3端及电容CC14的一端电线连接，电容CC12、电容CC13及电容CC14的另一端接地；

无线接收单元的引脚VCC、SD卡存储二单元的引脚VDD、人机界面单元的引脚VCC与人机界面单元的唤醒键SS3的一端和供电电源转换二单元的VCC3端电线连接；

人机界面单元、SD卡存储二单元与无线接收单元分别和从处理器单元电线连接。

8.按照权利要求7所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的接收分析板的人机界面单元由型号为UG-2864ASYCG的OLED显示单元和按键单元组成；

所述的OLED显示单元的引脚LCD_D0至引脚LCD_D7依次和从处理器单元的引脚PPB0至引脚PPB7电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_CS与从处理器单元的引脚PPC9电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_RS与从处理器单元的引脚PPC8电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_RD与从处理器单元的引脚PPC6电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_WR与从处理器单元的引脚PPC7电线连接；OLED显示单元的引脚VCC与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接；OLED显示单元的引脚GND接地；

所述的按键单元包括确认键SS1、向下切换键SS2、唤醒键SS3、向上切换键SS4与取消键SS5；

按键单元中唤醒键SS3的一端与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接，唤醒键SS3的另一端与从处理器单元的引脚PPA0电线连接；向上切换键SS4的一端接地，向上切换键SS4的另一端与从处理器单元的引脚PPA1电线连接；向下切换键SS2的一端接地，向下切换键SS2的另一端与从处理器单元的引脚PPA2电线连接；确认键SS1的一端接地，确认键SS1的另一端与从处理器单元的引脚PPA3电线连接；取消键SS5的一端接地，取消键SS5的另一端与从处理器单元的引脚PPA4电线连接。

9.按照权利要求7所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的接收分析板的SD卡存储二单元由SD卡存储接口电路构成；

所述的SD卡存储接口电路采用一种型号为HX-0905的自弹式的SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成；

SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与从处理器单元的引脚PPC15及电阻RR4的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CMD与从处理器单元引脚PPC3及电阻RR5的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CLK与从处理器单元的引脚PPC2及电阻RR6的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚DATA0与从处理器单元的引脚PPC4及电阻RR7的一端电线连接；电阻RR4的另一端、电阻RR5的另一端、电阻RR6的另一端、电阻RR7的另一端与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接，SD卡存储接口电路的引脚VDD与电容CC2的一端及供电电源转换二单元的VCC3端电线连接；电容CC2的另一端接地；SD卡存储接口电路的引脚VSS接地。

10.按照权利要求7所述的车轮振动压电俘能性能测试装置，其特征在于，所述的无线接收单元包括有型号为NRF24L01的无线收发芯片UU2；无线收发芯片UU2的引脚CE和从处理器单元引脚PPC0与电阻RR2的一端电线连接；无线收发芯片UU2的引脚CSN与从处理器单元引脚PPC1电线连接；无线收发芯片UU2的引脚SCK与从处理器单元引脚PPC2电线连接；无线收发芯片UU2的引脚MOSI与从处理器单元引脚PPC3电线连接；无线收发芯片UU2的引脚MISO

与从处理器单元引脚PPC4电线连接;无线收发芯片UU2的引脚IRQ和从处理器单元引脚PPC5与电阻RR3的一端电线连接;无线收发芯片UU2的电阻RR2的另一端与电阻RR3的另一端和供电电源转换二单元的VCC3端电线连接;无线收发芯片UU2的引脚GND接地。

车轮振动压电俘能性能测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测试装置，更确切地说，本发明涉及一种车轮振动压电俘能性能的测试装置。

背景技术

[0002] 压电材料利用压电正效应可以产生电荷，起到发电效果。若将压电机构安装于汽车轮毂处，可将汽车振动产生的机械能转化为电能，约翰戴维德等人以此发电机理及系统申报了美国专利，美国专利的公开(公布)号为US6807853 B2，公布日为2004年10月26日，专利名称为“System and method for generat ing electric power from a rotat ing t ire's mechanical energy(旋转轮胎机械能转换为电能的方法和系统)”，J.D.亚当森等人申报了美国专利，美国专利的公开(公布)号为CN1331689 C，公布日为2007年8月15日，专利名称为“利用增强压电材料从旋转轮胎机械能量中产生电能的系统”，以上两个专利介绍了轮胎内的压电发电结构，但均没有提及车轮振动模态和压电俘能性能的测试分析方法。孙春华等人申报了中国专利，中国专利的公开(公布)号为CN103116133A，公布日为2013年5月22日，专利名称为“行车荷载路面振动能量压电发电测量方法及其系统”，介绍了一种行车荷载作用下路面振动能量压电发电的测量系统，该系统在路面以下安装相应的压电换能单元，虽然可以监测并分析车辆速度、载重等因素对压电俘能效果的影响，但该监测方法并不能提供车轮振动模态信息，不能反映压电俘能机构对俘能性能的影响，且系统复杂、成本高、实用性差。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是克服了现有技术存在的压电俘能效率未知、车轮振动模态信息不健全、压电俘能机构未优化的问题，提供了一种车轮振动压电俘能性能的测试装置。

[0004] 为解决上述技术问题，本发明是采用如下技术方案实现的：所述的车轮振动压电俘能性能测试装置包括有轮上测试采集板和接收分析板，轮上测试采集板和接收分析板之间采用无线传输方式连接。

[0005] 所述的轮上测试采集板包括压电俘能采集单元、振动模态采集单元、主处理器单元、SD卡存储一单元、18650锂离子电池单元、供电电源转换一单元、无线发送单元与温度信息采集单元。

[0006] 所述的供电电源转换一单元包括有型号为NCP551的电压转换芯片、型号为RF16100的自恢复保险丝、型号为PBS-11A的锁止开关S1、电容C1、电容C2和电容C3。

[0007] 型号为RF16100的自恢复保险丝F1的一端与18650锂离子电池单元的“+”端电线连接，型号为RF16100的自恢复保险丝F1的另一端与型号为PBS-11A的锁止开关S1的一端电线连接，型号为PBS-11A的锁止开关S1的另一端与型号为NCP551的电压转换芯片的引脚VIN、电容C1的一端、电容C2的一端电线连接；电压转换芯片的引脚EN与引脚VIN电线连接，电压

转换芯片的引脚VOUT和VCC3.3端及电容C3的一端电线连接，电容C1的另一端、电容C2的另一端及电容C3的另一端接地。

[0008] SD卡存储一单元中的引脚VDD、振动模态采集单元中的引脚VS与引脚SCL、温度信息采集单元中的引脚VCC、无线发送单元的引脚VCC、主处理器单元中的电阻R1的一端、电阻R10的一端、电阻R11的一端与发光二极管D1的阳极和供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接。

[0009] 压电俘能采集单元、振动模态采集单元、SD卡存储一单元、无线发送单元与温度信息采集单元分别和主处理器单元电线连接。

[0010] 技术方案中所述的压电俘能采集单元包括有全桥整流电路、滤波电路及AD采样电路。压电俘能采集单元中的全桥整流电路由四个型号为IN4148的二极管组成，输入端PZT_IN1与输入端PZT_IN2分别与压电俘能机构的两个输出端电线连接，全桥整流电路的一输出端接地，全桥整流电路的另一输出端与极性电容C13的正极端及电阻R5的一端电线连接，电容C13的负极端接地；电阻R5的另一端与电阻R6的一端及主处理器的引脚PA2电线连接，电阻R6的另一端接地。

[0011] 技术方案中所述的无线发送单元包括型号为NRF24L01的无线发送芯片U3；无线发送芯片U3的引脚CE与主处理器单元的引脚PB7电线连接；无线发送芯片U3的引脚CSN与主处理器单元的引脚PB6电线连接；无线发送芯片U3的引脚SCK与主处理器单元的引脚PB5电线连接；无线发送芯片U3的引脚MOSI与主处理器单元的引脚PB4电线连接；无线发送芯片U3的引脚MISO与主处理器单元的引脚PB3电线连接；无线发送芯片U3的引脚IRQ与主处理器单元的引脚PB8电线连接；无线发送芯片U3的引脚GND接地。

[0012] 技术方案中所述的温度信息采集单元包括有型号为DS18B20的温度采集芯片U4、电阻R7与电容C14。温度采集芯片U4的引脚DQ和主处理器单元的引脚PC12与电阻R7的一端电线连接；电阻R7另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；温度采集芯片U4的引脚VCC与电容C14的一端电线连接，电容C14的另一端接地；温度采集芯片U4的引脚GND接地。

[0013] 技术方案中所述的振动模态采集单元由振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元组成。所述的振动加速度信息采集单元的电路包括有型号为ADXL345Z的三维加速度信息采集芯片U6、电阻R17、电阻R18、电阻R19、电阻R20、电容C15及电容C16。三维加速度信息采集芯片U6的引脚SCL和主处理器单元的引脚PB14及电阻R18的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚SDA和主处理器单元的引脚PB15及电阻R17的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚INT1与主处理器单元的引脚PC6及电阻R19的一端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚CS与主处理器单元的引脚PC7及电阻R20的一端电线连接；电阻R17、电阻R18、电阻R19及电阻R20的另一端均与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；三维加速度信息采集芯片U6的引脚VS和电容C15及电容C16一端电线连接，电容C15及电容C16的另一端接地。

[0014] 所述的三轴电子指南针单元包括有型号为HMC5883L的三维磁场信息采集芯片U5、电阻R8、电阻R9、电阻R16、电容C17、电容C19与电容C20。三维磁场信息采集芯片U5的引脚SCL与主处理器单元的引脚PB11及电阻R8的一端电线连接；三维磁场信息采集芯片U5的引脚SDA口与主处理器单元的引脚PB12及电阻R9的一端电线连接；三维磁场信息采集芯片U5

的引脚DRDY与主处理器单元的引脚PB13及电阻R16的一端电线连接；电阻R8、电阻R9及电阻R16的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；电容C19的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETP电线连接，电容C19的另一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETC电线连接；电容C20的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚C1电线连接，电容C20的另一端接地；电容C17的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚VDDIO及供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接，电容C17的另一端接地；三维磁场信息采集芯片U5的引脚GND接地。

[0015] 技术方案中所述的SD卡存储一单元由SD卡存储接口电路构成，所述的SD卡存储接口电路包括型号为HX-0905的自弹式SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成。SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与主处理器的引脚PB9及电阻R23的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CMD与主处理器的引脚PB4及电阻R24的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CLK与主处理器的引脚PB5及电阻R25的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚DATA0和主处理器的引脚PB3及电阻R26的一端电线连接；电阻R23的另一端、电阻R24的另一端、电阻R25的另一端、电阻R26的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接，SD卡存储接口电路的引脚VDD与电容C22的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚VSS与GND端及C22的另一端电线连接。

[0016] 技术方案中所述的接收分析板由人机界面单元、从处理器单元、SD卡存储二单元、无线接收单元与供电电源转换二单元组成。

[0017] 所述的供电电源转换二单元包括型号为MINI-USB-B-R的USB底座JJ3、型号为NCP551的电压转换芯片UU4、型号为RF16100的自恢复保险丝FF1、型号为PBS-11A的锁止开关SS6、电容CC12、电容CC13和电容CC14。

[0018] 自恢复保险丝FF1的一端与USB底座JJ3的引脚VBus电线连接，自恢复保险丝FF1的另一端与锁止开关SS6的一端电线连接，锁止开关SS6的另一端与电压转换芯片UU4的引脚VIN、电容CC12的一端、电容CC13的一端电线连接；电压转换芯片UU4的引脚EN与引脚VIN电线连接，电压转换芯片UU4的引脚VOUT与VCC3端及电容CC14的一端电线连接，电容CC12、电容CC13及电容CC14的另一端接地。

[0019] 无线接收单元的引脚VCC、SD卡存储二单元的引脚VDD、人机界面单元的引脚VCC与人机界面单元的唤醒键SS3的一端和供电电源转换二单元的VCC3端电线连接。

[0020] 人机界面单元、SD卡存储二单元与无线接收单元分别和从处理器单元电线连接。

[0021] 技术方案中所述的接收分析板的人机界面单元由型号为UG-2864ASYCG的OLED显示单元和按键单元组成。所述的OLED显示单元的引脚LCD_D0至引脚LCD_D7依次和从处理器单元的引脚PPB0至引脚PPB7电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_CS与从处理器单元的引脚PPC9电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_RS与从处理器单元的引脚PPC8电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_RD与从处理器单元的引脚PPC6电线连接；OLED显示单元的引脚LCD_WR与从处理器单元的引脚PPC7电线连接；OLED显示单元的引脚VCC与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接；OLED显示单元的引脚GND接地。所述的按键单元包括确认键SS1、向下切换键SS2、唤醒键SS3、向上切换键SS4与取消键SS5。按键单元中唤醒键SS3的一端与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接，唤醒键SS3的另一端与从处理器单元的引脚PPA0电线连接；向上切换键SS4的一端接地，向上切换键SS4的另一端与从处理器单元的引脚PPA1电线连接；向下切换键SS2的一端接地，向下切换键SS2的另一端与从处理器单元的引脚PPA2电线

连接;确认键SS1的一端接地,确认键SS1的另一端与从处理器单元的引脚PPA3电线连接;取消键SS5的一端接地,取消键SS5的另一端与从处理器单元的引脚PPA4电线连接。

[0022] 技术方案中所述的接收分析板的SD卡存储二单元由SD卡存储接口电路构成。所述的SD卡存储接口电路采用一种型号为HX-0905的自弹式的SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成。SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与从处理器单元的引脚PPC15及电阻RR4的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚CMD与从处理器单元引脚PPC3及电阻RR5的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚CLK与从处理器单元的引脚PPC2及电阻RR6的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚DATA0与从处理器单元的引脚PPC4及电阻RR7的一端电线连接;电阻RR4的另一端、电阻RR5的另一端、电阻RR6的另一端、电阻RR7的另一端与供电电源转换二单元的VCC3端电线连接,SD卡存储接口电路的引脚VDD与电容CC2的一端及供电电源转换二单元的VCC3端电线连接;电容CC2的另一端接地,SD卡存储接口电路的引脚VSS接地。

[0023] 技术方案中所述的无线接收单元包括有型号为NRF24L01的无线收发芯片UU2;无线收发芯片UU2的引脚CE和从处理器单元引脚PPC0与电阻RR2的一端电线连接;无线收发芯片UU2的引脚CSN与从处理器单元引脚PPC1电线连接;无线收发芯片UU2的引脚SCK与从处理器单元引脚PPC2电线连接;无线收发芯片UU2的引脚MOSI与从处理器单元引脚PPC3电线连接;无线收发芯片UU2的引脚MISO与从处理器单元引脚PPC4电线连接;无线收发芯片UU2的引脚IRQ和从处理器单元引脚PPC5与电阻RR3的一端电线连接;无线收发芯片UU2的电阻RR2的另一端与电阻RR3的另一端和供电电源转换二单元的VCC3端电线连接;无线收发芯片UU2的引脚GND接地。

[0024] 与现有技术相比本发明的有益效果是:

[0025] 1.本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置可以采集车轮振动产生的压电俘能电压,并可以分析得到产生俘能时压电机构在轮胎内的空间位置、轮毂振动状态、轮内温度等信息,直接反映振动模态与俘能性能的关系,通过无线单元将轮上实时采集数据传送给接收板存储,以便进一步分析和评价俘能效果;

[0026] 2.本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置功能扩展性和可靠性强,轮上测试采集板可与接收板配套使用,完成采集、传输、存储功能,也可单独使用,由轮上测试采集单板完成采集和存储功能,保证记录数据的可靠和完整性;

[0027] 3.本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置采用硬件单元化的设计方法,对各单元分别进行设计和制板,以减小单元间电磁干扰。

附图说明

[0028] 下面结合附图对本发明作进一步的说明:

[0029] 图1是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置的结构原理示意框图;

[0030] 图2是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的压电俘能检测单元的电路原理图;

[0031] 图3是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的无线发送单元的电路原理图;

[0032] 图4是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的温度采集单元的电路原理图;

[0033] 图5是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的振动模态采集单元中的振动加速度信息采集单元的电路原理图；

[0034] 图6是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的振动模态采集单元中的三轴电子指南针信息采集单元的电路原理图；

[0035] 图7是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的SD卡存储一单元的电路原理图；

[0036] 图8是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的供电电源转换一单元的电路原理图；

[0037] 图9是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的轮上测试采集板的主处理器单元的电路原理图；

[0038] 图10是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的接收分析板的人机界面单元的电路原理图；

[0039] 图11是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的接收分析板的SD卡存储二单元的电路原理图；

[0040] 图12是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的接收分析板的无线接收单元的电路原理图；

[0041] 图13是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的接收分析板的供电电源转换二单元的电路原理图；

[0042] 图14是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置中的接收分析板的从处理器单元的电路原理图；

[0043] 图15是本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置在车轮上安装位置的结构示意图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明作详细的描述：

[0045] 为了更好地发掘和分析车轮振动模态及俘能效能的关系，本发明提供了一种车轮振动压电俘能性能测试装置，从而为车轮俘能用压电俘能机构的设计提供理论和测试依据。

[0046] 参阅图1，本发明所述的车轮振动压电俘能性能测试装置由轮上测试采集板和接收分析板组成，轮上测试采集板和接收分析板之间采用无线传输方式连接即传递信息。

[0047] 一.轮上测试采集板

[0048] 轮上测试采集板包括压电俘能采集单元、振动模态采集单元、主处理器单元、SD卡存储一单元、18650锂离子电池单元、供电电源转换一单元、无线发送单元与温度信息采集单元。

[0049] 1.压电俘能采集单元

[0050] 轮上测试采集板的压电俘能采集单元接连压电俘能机构的输出端，由全桥整流电路、滤波电路及AD采样电路等部分构成，用于实时采集压电俘能机构随车轮振动所产生的电压值。

[0051] 参阅图2，所述的压电俘能采集单元包括有全桥整流电路、滤波电路及AD采样电

路。

[0052] 压电俘能采集单元中的全桥整流电路由四个型号为IN4148的二极管组成，输入端PZT_IN1和PZT_IN2分别与全桥整流电路的两个输入端(即压电发电机构的两个输出端)电线连接，全桥整流电路的一输出端与GND口电线连接，另一输出端和极性电容C13的正极端及电阻R5的一端电线连接；电容C13为极性电解电容，电容C13的负极端接地；电阻R5的另一端与电阻R6及主处理器的PA2口电线连接，电阻R6的另一端接地，实施例中电容C13的大小为100uF，耐压大小为30V，电阻R5与电阻R6的阻值分别为500欧和200欧。

[0053] 2.无线发送单元

[0054] 轮上测试采集板的无线发送单元为集成的小型从机发送单元，通过SPI接口与主处理器电线连接，与运行在接收分析板或PC机上的应用软件配套使用，可实现车轮振动模态信息及发电信息的无线传输。

[0055] 参阅图3，所述的无线发送单元包括型号为NRF24L01的无线发送芯片U3。

[0056] 无线发送芯片U3通过软件设定为从通信模式，无线发送芯片U3的引脚CE与主处理器单元的引脚PB7电线连接；无线发送芯片U3的引脚CSN与主处理器单元的引脚PB6电线连接；无线发送芯片U3的引脚SCK与主处理器单元的引脚PB5电线连接；无线发送芯片U3的引脚MOSI与主处理器单元的引脚PB4电线连接；无线发送芯片U3的引脚MISO与主处理器单元的引脚PB3电线连接；无线发送芯片U3的引脚IRQ与主处理器单元的引脚PB8电线连接；无线发送芯片U3的引脚VCC与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接；无线发送芯片U3的引脚GND与GND口电线连接。

[0057] 3.温度信息采集单元

[0058] 轮上测试采集板的温度信息采集单元由数字式单一温度功能采集变换芯片及其接口电路构成，用于实时采集车轮的温度信息。

[0059] 参阅图4，所述的温度信息采集单元包括有型号为DS18B20的温度采集芯片U4、电阻R7、电容C14。

[0060] 温度采集芯片U4的引脚DQ和主处理器单元的引脚PC12及电阻R7的一端电线连接；电阻R7是上拉电阻，电阻R7另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；温度采集芯片U4的引脚VCC与供电电源转换一单元的VCC3.3及电容C14的一端电线连接，电容C14为去耦电容，电容C14的另一端与GND口电线连接；温度采集芯片U4的引脚GND与GND口电线连接。实施例中电阻R7的阻值为4.7K欧，电容C14的大小是0.1uF。

[0061] 4.振动模态采集单元

[0062] 轮上测试采集板的振动模态采集单元由振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元组成，其中振动加速度信息采集单元通过三轴振动加速度信息反映压电振动强度的大小，三轴电子指南针单元可以提供压电俘能机构三轴磁场信息，由于压电俘能机构安装于车轮的固定位置，所以通过变化中的三轴磁场信息可以分析、计算得出车轮的转速信息，综合振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元的信息，可以判断压电俘能机构在车轮的哪一三维位置时振动的强弱，反映振动模态的变化。

[0063] 参阅图5，所述的振动加速度信息采集单元的电路包括有型号为ADXL345Z的三维加速度信息采集芯片U6、电阻R17、电阻R18、电阻R19、电阻R20、电容C15及电容C16。

[0064] 三维加速度信息采集芯片U6的引脚SCL和主处理器单元的引脚PB14及电阻R18的

一端电线连接;三维加速度信息采集芯片U6的引脚SDA和主处理器单元的引脚PB15及电阻R17的一端电线连接;三维加速度信息采集芯片U6的引脚INT1与主处理器单元的引脚PC6及电阻R19的一端电线连接;三维加速度信息采集芯片U6的引脚CS与主处理器单元的引脚PC7及电阻R20的一端电线连接;电阻R17的另一端、电阻R18的另一端、电阻R19的另一端及电阻R20的另一端均与供电电源转换一单元的VCC3.3端电线连接;电阻R17、电阻R18、电阻R19、电阻R20是上拉电阻,实施例中它们的阻值均为5.1K欧;三维加速度信息采集芯片U6的VS脚和供电电源转换一单元的VCC3.3、电容C15及电容C16一端电线连接,电容C15的另一端及电容C16的另一端与GND端电线连接,电容C15、电容C16是去耦电容,实施例中它们的大小分别是0.1uF和1uF;三维加速度信息采集芯片U6的引脚GND与GND电线连接。

[0065] 参阅图6,所述的三轴电子指南针单元的电路包括有型号为HMC5883L的三维磁场信息采集芯片U5、电阻R8、电阻R9、电阻R16、电容C17、电容C19与电容C20。

[0066] 三维磁场信息采集芯片U5的引脚SCL与主处理器单元的引脚PB11及电阻R8的一端电线连接;三维磁场信息采集芯片U5的引脚SDA与主处理器单元的引脚PB12及电阻R9的一端电线连接;三维磁场信息采集芯片U5的引脚DRDY与主处理器单元的引脚PB13及电阻R16的一端电线连接;电阻R8的另一端、电阻R9的另一端及电阻R16的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3口电线连接;电阻R8、电阻R9、电阻R16是上拉电阻,实施例中均为5.1K欧;电容C19为置位/复位电容,实施例中大小为0.22uF,电容C19的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETP脚电线连接,电容C19的另一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚SETC电线连接;电容C20为储能电容,电容C20的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚C1电线连接,电容C20的另一端与GND端电线连接;电容C17为去耦电容,电容C17的一端与三维磁场信息采集芯片U5的引脚VDDIO及供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接,电容C17的另一端与GND电线连接;三维磁场信息采集芯片U5的引脚GND与GND电线连接。实施例中电容C20大小为4.7uF,电容C17大小为0.1uF。

[0067] 5.SD卡存储一单元

[0068] 轮上测试采集板的SD卡存储一单元由SD卡存储接口电路构成,用于轮上测试采集板在没有接收分析板协同工作时,实现独立存储采集信息功能。

[0069] 参阅图7,所述的SD卡存储接口电路包括型号为HX-0905的自弹式SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成;

[0070] SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与主处理器的引脚PB9及电阻R23的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚CMD与主处理器的引脚PB4及电阻R24的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚CLK与主处理器的引脚PB5及电阻R25的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚DATA0和主处理器的引脚PB3及电阻R26的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚VDD与供电电源转换一单元的VCC3.3端及电容C22的一端电线连接;SD卡存储接口电路的引脚VSS与GND端及C22的一端电线连接;实施例中电阻R23、电阻R24、电阻R25、电阻R26均为上拉电阻,阻值均是5.1K欧,滤波去耦电容C22的值是0.1uF。

[0071] 6.18650锂离子电池单元

[0072] 轮上测试采集板的18650锂离子电池单元为轮上测试采集板提供电能;

[0073] 参阅图8,所述的锂离子电池单元型号为18650,其标号为“+”引脚与供电电源转换一单元中自恢复保险丝F1的一端相连,锂离子电池单元标号为“-”引脚与GND端电线连接。

[0074] 7.供电电源转换一单元

[0075] 轮上测试采集板的供电电源转换一单元为轮上测试采集板上的元件提供稳定可靠的直流电。

[0076] 参阅图8,供电电源转换一单元包括有型号为NCP551的超低功耗的电压转换芯片、型号为RF16100的自恢复保险丝、型号为PBS-11A的锁止开关S1、电容C1、电容C2和电容C3。

[0077] 型号为RF16100的自恢复保险丝F1的一端与18650锂离子电池单元的“+”端电线连接,其另一端与型号为PBS-11A的锁止开关S1的一端电线连接,型号为PBS-11A的锁止开关S1的另一端与型号为NCP551的电压转换芯片的引脚VIN、电容C1的一端、电容C2的一端电线连接;电压转换芯片的引脚EN与引脚VIN电线连接,电压转换芯片的引脚VOUT与输出VCC3.3端及去耦电容C3的一端电线连接,电容C1的另一端、电容C2的另一端及电容C3的另一端与GND口电线连接;实施例中电容C1和电容C2的大小分别为1uF和0.1uF,电容C3的大小为0.1uF。

[0078] 8.主处理器单元

[0079] 轮上测试采集板的主处理器单元在程序的控制下实现振动模态信息的采集、温度信息的采集、压电俘能信息的采集、接收命令、发送采集数据、存储信息功能。

[0080] 参阅图9,所述的主处理器单元包括有型号为STM32F103RBT6的主控制芯片、起振电路、复位电路、滤波电路;

[0081] 型号为STM32F103RBT6的主控制芯片U2引脚PC12是温度信息采集单元的单总线操作输入输出引脚;主控制芯片U2的引脚PB14、引脚PB15是振动加速度信息采集单元的IIC总线操作输入输出引脚;主控制芯片U2的引脚PC6是加速度采样完成中断触发输入脚;主控制芯片U2的引脚PA2是压电俘能信号的输入引脚,并在芯片内将模拟信号转化成数字量;主控制芯片的引脚PB11、引脚PB12是三轴电子指南针单元的IIC总线操作输入输出引脚;主控制芯片U2的引脚PB13口是三维磁场信息采样完成中断触发输入脚;主控制芯片U2的引脚PB3口、引脚PB4、引脚PB5、引脚PB9是主控制芯片U2与SD卡进行SPI通信的操作输入输出引脚;主控制芯片U2的引脚PB7是无线发送单元使能信号输出端;主控制芯片的引脚PB6、引脚PB3、引脚PB4、引脚PB5是主控制芯片U2与无线发送单元U3进行SPI通信的操作输入输出引脚;主控制芯片U2的引脚PB8为无线发送单元缓冲区满的中断请求输入端;主控制芯片U2的引脚PA13为轮上测试采集板工作在发送模式的“打开/关闭”选择输入引脚,主控制芯片U2的引脚PA13与开关S4的一端电线连接,开关S4的另一端与GND口电线连接;主控制芯片U2的引脚PA15为轮上测试采集板工作在发送存储采集模式的“打开/关闭”选择输入引脚,主控制芯片U2的引脚PA15与开关S3的一端电线连接,开关S3的另一端与GND口电线连接;主控制芯片U2的引脚PA8口为通信状态指示灯D3的驱动输出引脚,主控制芯片U2的引脚PA8与发光二极管D3的阴极电线连接,发光二极管D3的阳极与电阻R10的一端电线连接;主控制芯片U2的引脚PD2为工作模式指示灯D4的驱动输出引脚,主控制芯片U2的引脚PD2与发光二极管D4的阴极电线连接,发光二极管D4的阳极与电阻R11的一端电线连接;电阻R10的另一端、电阻R11的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3口电线连接;主控制芯片U2的引脚OSCIN和型号为NX3225GD-8MHz的表贴晶振Y2的一端及电阻R4的一端、电容C7的一端电线连接;主控制芯片的引脚OSCOUT和型号为NX3225GD-8MHz的表贴晶振Y2的另一端、电阻R4的另一端与电容C8的一端电线连接;主控制芯片U2的引脚PC14与型号为CC5V-1TA的32.768kHz表贴晶振

Y1的一端及电容C5的一端电线连接；主控制芯片U2的引脚PC15与型号为CC5V-1TA的32.768kHz表贴晶振Y1的另一端及电容C26的另一端电线连接；主控制芯片U2的引脚NRST(RESET)和电阻R1的一端、按键KEY_M的一端及电容C4的一端电线连接；主控制芯片U2的引脚VBAT与型号为IN4148的二极管D2的阴极及型号为IN4148的二极管D1的阴极电线连接；二极管D2的阳极与型号为CR2025的备份电池阳极电线连接；电感L1的一端、二极管D1的阳极、电阻R1的另一端与供电电源转换一单元的VCC3.3口电线连接；电容C4的另一端、备份电池的阴极与GND口电线连接；主控制芯片U2的引脚VDDA与电容C9的一端、C10的一端及电感L1的另一端电线连接；主控制芯片U2的引脚VSSA口与电容C9的另一端、C10的另一端、C8的一端、C7的一端、C6的另一端、C5的另一端及GND口电线连接；主控制芯片U2的引脚BOOT0与电阻R2的一端电线连接，电阻R2的另一端与插座JP1的3号引脚电线连接；主控制芯片U2的引脚PB2与电阻R3的一端电线连接，电阻R3的另一端与插座JP1的4号引脚电线连接；插座JP1的1号引脚、插座JP1的2号引脚与供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；插座JP1的5号引脚、插座JP1的6号引脚与GND口电线连接；主控制芯片U2的引脚VDD与电容C21的一端及供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；主控制芯片U2的引脚VSS与电容C21的另一端及GND口电线连接；主控制芯片U2的引脚VDD1与电容C18的一端及供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；主控制芯片U2的引脚VSS1与电容C18的另一端及GND口电线连接；主控制芯片的引脚VDD2与电容C11的一端及供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；主控制芯片的引脚VSS2与电容C11的另一端及GND口电线连接；主控制芯片U2的引脚VDD3与电容C12的一端及供电电源转换一单元的VCC3.3电线连接；主控制芯片U2的引脚VSS3与电容C12的另一端及GND口电线连接；实施例中，电阻R1的值为10K欧，电阻R4的值为1兆欧，电阻R2的值为100K欧，电阻R3的值为100K欧，电感L1的值为100uH，电容C4、电容C21、电容C18、电容C10、电容C11、电容C12的值为0.1uF，电容C5、电容C6、电容C7、电容C8的值为22pF，电容C9的值为10uF。

[0082] 二.接收分析板

[0083] 接收分析板由人机界面单元、从处理器单元、SD卡存储二单元、无线接收单元、供电电源转换二单元组成。

[0084] 1.人机界面单元

[0085] 接收分析板的人机界面单元由型号为UG-2864ASYCG的OLED显示单元JJ1和按键单元组成，实现采集和状态信息的显示和状态切换。

[0086] 参阅图10，OLED显示单元JJ1包括有引脚LCD_D0、引脚LCD_D1、引脚LCD_D2、引脚LCD_D3、引脚LCD_D4、引脚LCD_D5、引脚LCD_D6与引脚LCD_D7口构成的数据总线，引脚LCD_CS、引脚LCD_RS、引脚LCD_RD、引脚LCD_WR共同构成的控制总线，电源线及地线；

[0087] 接收分析板中OLED显示单元JJ1的引脚LCD_D0至引脚LCD_D7依次和从处理器单元的引脚PPB0至引脚PPB7电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚LCD_CS与从处理器单元的引脚PPC9电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚LCD_RS与从处理器单元的引脚PPC8电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚LCD_RD与从处理器单元的引脚PPC6电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚LCD_WR与从处理器单元的引脚PPC7电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚VCC与供电电源转换二单元的输出端VCC3电线连接；OLED显示单元JJ1的引脚GND与GND1口电线连接。

[0088] 参阅图10，按键单元包括确认键SS1、向下切换键SS2、唤醒键SS3、向上切换键SS4、

取消键SS5；

[0089] 按键单元中唤醒键SS3的一端与供电电源转换二单元的VCC3电线连接，另一端与从处理器单元的引脚PPA0电线连接；向上切换键SS4的一端与GND1口电线连接，另一端与从处理器单元的引脚PPA1电线连接；向下切换键SS2的一端与GND1口电线连接，另一端与从处理器单元的引脚PPA2电线连接；确认键SS1的一端与GND1口电线连接，另一端与从处理器单元的引脚PPA3电线连接；取消键SS5的一端与GND1口电线连接，另一端与从处理器单元的引脚PPA4电线连接。

[0090] 2.SD卡存储二单元

[0091] 接收分析板的SD卡存储二单元由SD卡存储接口电路构成，用于存储接收到的采集信息；

[0092] 参阅图11，所述的SD卡存储接口电路由型号为HX-0905的自弹式SD卡底座、上拉电路和滤波电路组成。

[0093] SD卡存储接口电路的引脚CD/DATA3与从处理器单元的引脚PPC15及电阻RR4的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CMD与从处理器单元引脚PPC3及电阻RR5的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚CLK与从处理器单元的引脚PPC2及电阻RR6的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚DATA0与从处理器单元的引脚PPC4及电阻RR7的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚VDD与供电电源转换二单元的VCC3及电容CC2的一端电线连接；SD卡存储接口电路的引脚VSS与GND1口电线连接；实施例中，去耦电容CC2的值是0.1uF，上拉电阻RR4、RR5、RR6、RR7的阻值均是5.1K欧。

[0094] 3.无线接收单元

[0095] 接收分析板的无线接收单元为集成的小型主机收发单元，通过SPI接口与从处理器单元电线连接，与运行在车轮上的轮上测试采集板配套使用，可发送车轮信息采集命令、接收采集信息及显示采集信息；

[0096] 参阅图12，所述的无线接收单元包括有型号为NRF24L01的无线收发芯片UU2。

[0097] 型号为NRF24L01的无线收发芯片UU2通过软件设定为主通信模式，无线收发芯片UU2的引脚CE和从处理器单元引脚PPC0与电阻RR2的一端电线连接；无线收发芯片UU2的引脚CSN与从处理器单元引脚PPC1电线连接；无线收发芯片UU2的引脚SCK与从处理器单元引脚PPC2电线连接；无线收发芯片UU2的引脚MOSI与从处理器单元引脚PPC3电线连接；无线收发芯片UU2的引脚MISO与从处理器单元引脚PPC4电线连接；无线收发芯片UU2的引脚IRQ和从处理器单元引脚PPC5与电阻RR3的一端电线连接；无线收发芯片UU2的引脚VCC、电阻RR2的另一端与电阻RR3的另一端和供电电源转换二单元的输出端VCC3电线连接；无线收发芯片UU2的引脚GND口与GND1口电线连接。

[0098] 4供电电源转换二单元

[0099] 接收分析板的供电电源转换二单元为接收分析板上的元件提供稳定可靠的直流电。

[0100] 参阅图13，所述的供电电源转换二单元包括型号为MINI-USB-B-R的USB底座JJ3、型号为NCP551的超低功耗的电压转换芯片UU4、型号为RF16100的自恢复保险丝FF1、型号为PBS-11A的锁止开关SS6、电容CC12、电容CC13和电容CC14。

[0101] 自恢复保险丝FF1的一端与USB底座JJ3的引脚VBus电线连接，自恢复保险丝FF1的

另一端与锁止开关SS6的一端电线连接，锁止开关SS6的另一端与电压转换芯片UU4的引脚VIN、电容CC12的一端、电容CC13的一端电线连接；电压转换芯片UU4的引脚EN与引脚VIN电线连接，电压转换芯片UU4的引脚VOUT与输出端VCC3及去耦电容CC14的一端电线连接，电容CC12的另一端、电容CC13的另一端及电容CC14的另一端与GND口电线连接；实施例中电容CC12和电容CC13的大小分别为1uF和0.1uF，电容CC14的大小为0.1uF。

[0102] 5.从处理器单元

[0103] 接收分析板的从处理器单元在程序的控制下实现接收采集数据、存储数据、显示数据、状态设定功能。

[0104] 参阅图14，所述的从处理器单元包括有型号为STM32F103RBT6的从控制芯片UU1、起振电路、复位电路、滤波电路等。

[0105] 型号为STM32F103RBT6的从控制芯片UU1引脚PPC15、引脚PPC3、引脚PPC2、引脚PPC4是SD卡存储二单元的SPI总线操作输入输出引脚；从控制芯片UU1引脚PPC0是无线接收单元UU2使能信号输出端；从控制芯片UU1的引脚PPC1、引脚PPC2、引脚PPC3、引脚PPC4是从控制芯片UU1与无线收发单元UU2进行SPI通信的操作输入输出引脚；从控制芯片UU1的引脚PPC5为无线收发单元缓冲区满的中断请求输入端；从控制芯片UU1的引脚PPA1口为接收分析板“up”功能的按键输入引脚；从控制芯片UU1的引脚PPA2为接收分析板“down”功能的按键输入引脚，从控制芯片UU1的引脚PA3为接收板“ok”功能的按键输入引脚，从控制芯片UU1的引脚PA4为接收板“esc”功能的按键输入引脚；从控制芯片UU1的引脚OSCOUT1和型号为NX3225GD-8MHz的表贴晶振YY2的一端、电阻RR8的一端与电容CC6的一端电线连接；从控制芯片UU1的引脚OSCIN1和型号为NX3225GD-8MHz的表贴晶振YY2的另一端、电阻RR8的另一端、电容CC5的一端电线连接；从控制芯片UU1的引脚PPC14和型号为CC5V-1TA的32.768kHz表贴晶振YY1的一端及电容CC3的一端电线连接；从控制芯片UU1的引脚PPC15与型号为CC5V-1TA的32.768kHz表贴晶振UU1的另一端及电容CC4的一端电线连接；从控制芯片UU1的引脚RESET1和电阻RR1的一端、按键KEY_M1的一端及电容CC1的一端电线连接；从控制芯片UU1的引脚VBAT1和型号为IN4148的二极管DD2的阴极及型号为IN4148的二极管DD1的阴极电线连接；二极管DD2的阳极与型号为CR2025的备份电池BAT2的阳极电线连接；电感LL1的一端、二极管DD1的阳极、电阻RR1的另一端与供电电源转换二单元的VCC3电线连接；电容CC1的另一端、备份电池BAT2的阴极与GND口电线连接；从控制芯片UU1的13号引脚和电容CC7的一端、CC8的一端及电感LL1的另一端电线连接；从控制芯片UU1的12脚和电容CC7的另一端、CC8的另一端、CC6的另一端、CC5的另一端、CC4的另一端、CC3的另一端及GND口电线连接；从控制芯片UU1的引脚BOOT00与电阻RR9的一端电线连接，电阻RR9的另一端与插座JJ2的3号引脚电线连接；从控制芯片UU1的引脚PPB2与电阻RR10的一端电线连接，电阻RR10的另一端与插座JJ2的4号引脚电线连接；插座JJ2的1号引脚、插座JJ2的2号引脚与供电电源转换二单元的VCC3电线连接；插座JJ2的5号引脚、插座JJ2的6号引脚与GND口电线连接；从控制芯片的19号引脚与电容CC15的一端及供电电源转换一单元的VCC3电线连接；从控制芯片UU1的18号引脚与电容CC15的另一端及GND1口电线连接；从控制芯片UU1的32号引脚与电容CC11的一端及供电电源转换二单元的VCC3电线连接；从控制芯片UU1的31号引脚与电容CC11的另一端及GND口电线连接；从控制芯片UU1的48号引脚和电容CC9的一端及供电电源转换二单元的VCC3电线连接；从控制芯片UU1的47号引脚与电容CC9的另一端及GND1口电线

连接;从控制芯片UU1的64号引脚和电容CC10的一端及供电电源转换二单元的VCC3电线连接;从控制芯片UU1的63号引脚与电容CC10的另一端及GND1口电线连接;实施例中,电阻RR1的值为10K欧,电阻RR8的值为1兆欧,电阻RR9的值为100K欧,电阻RR10的值为100K欧,电感LL1的值为100uH,电容CC9、电容CC10、电容CC11、电容CC15、电容CC8、电容CC1的值为0.1uF,电容CC3、电容CC4、电容CC5、电容CC6的值为22pF,电容CC7的值为10uF。

[0106] 车轮振动压电俘能性能测试装置的工作原理:

[0107] 本发明由轮上测试采集板和接收分析板组成,其中轮上测试采集板由压电俘能采集单元、无线发送单元、振动模态采集单元、温度信息采集单元、SD卡存储一单元、18650锂离子电池单元、供电电源转换模块一单元组成;接收分析板由无线接收单元、人机界面单元、SD卡存储二单元、供电电源转换二单元组成。其中,压电俘能采集单元与压电俘能机构的输出端相连,压电俘能采集单元由全桥整流、滤波电路及AD采样电路构成,用于实时采集压电发电机构随车轮振动所产生的电压值;无线发送单元为集成的小型从机模块,通过SPI接口与主控制器相连,与运行在接收分析板或PC机上的应用软件配套使用,可实现车轮振动模态信息及发电信息的无线传输;振动模态采集单元由振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元组成,其中振动加速度信息采集单元通过三轴振动加速度信息反映压电振动强度的大小,三轴电子指南针单元可以提供压电发电板三轴磁场信息,由于压电发电板安装于车轮的固定位置,所以通过变化中的三轴磁场信息可以分析、计算得出车轮的转速信息,综合振动加速度信息采集单元和三轴电子指南针单元的信息,可以判断压电发电板在车轮的某一三维位置时振动的强弱,反映振动模态的变化;温度信息采集单元由数字式单一温度功能采集变换芯片及其接口电路构成,用于实时采集车轮的温度信息;轮上测试采集板SD卡存储一单元由SD卡底座及接口电路构成,用于轮上测试采集板在没有接收分析板协同工作时,实现独立存储采集信息功能;18650锂离子电池单元为轮上测试采集板提供电能;轮上测试采集板供电电源转换一单元为该板上的元件提供稳定可靠的直流电压;无线接收单元为集成的小型主机模块,通过SPI接口与从控制器相连,与运行在轮上测试采集板配套使用,可发送车轮信息采集命令、接收采集信息及显示采集信息;人机界面单元中的显示单元与从控制器并行总线相连,用于显示接收到的采集信息;mini-USB接口由底座及相应接口电路组成,用于为该板提供电能及与PC机间传递数据;接收分析板SD卡存储模块由SD卡底座及接口电路构成,用于存储接收到的采集信息;接收分析板供电电源转换模块为该板上的元件提供稳定可靠的直流电压。

[0108] 在轮上测试采集板和接收分析板协同工作方式下,轮上测试采集板上电后完成各子单元初始化工作并等待接收分析板发出的采集命令。当接收分析板的人机界面由操作人员设置为“开始”时,接收分析板通过无线接收单元发送命令信息,轮上测试采集板开始采集状态。首先,通过AD转换通道读取压电俘能信息、再通过单总线读取温度信息,通过SPI总线由振动加速度传感芯片读取三轴振动加速度信息,通过三轴电子指南针传感芯片读取三轴磁场信息,将采集到的信息按预设格式封装成一组数据包。轮上测试采集板根据按键状态判断,若是“发送模式”,将刚采集的数据包通过无线发送单元发出;若是“发送存储模式”,则将刚采集的数据包既通过无线发送单元发出,还要将数据包存储到SD卡存储一单元中。当无线接收单元的缓冲区中断产生时,接收分析板由缓冲区读出此组数据包,并将其存储至SD卡存储二单元中。接收分析板根据采集的温度信息,判断温度是否过高或过低,当轮

上温度超出设定的临界值时，接收分析板发出声光报警信息。接收分析板通过变化中的三轴磁场信息可以分析、计算得出车轮的转速信息，综合压电俘能信息、三轴磁场信息和三轴振动加速度信息，可以分析得到压电俘能机构在车轮的某一三维位置时振动的强弱、压电俘能的大小，反映车轮振动压电俘能的综合性能。在人机界面的OLED显示单元的不同像素位置上显示不同的采集信息。

[0109] 参阅图15，所述的车轮振动压电俘能性能测试装置由轮上测试采集板和接收分析板两部分组成；其中轮上测试采集板通过三寸螺钉固定安装在车轮轮辐上，并通过轮上测试采集板压电俘能采集单元的引脚PZT_IN1、引脚PZT_IN2与同样固定在车轮轮辐上的压电俘能机构电线连接，此处压电俘能机构为待测试和分析的对象；接收分析板安装在车轮外的其他位置，以方便记录显示和存储。

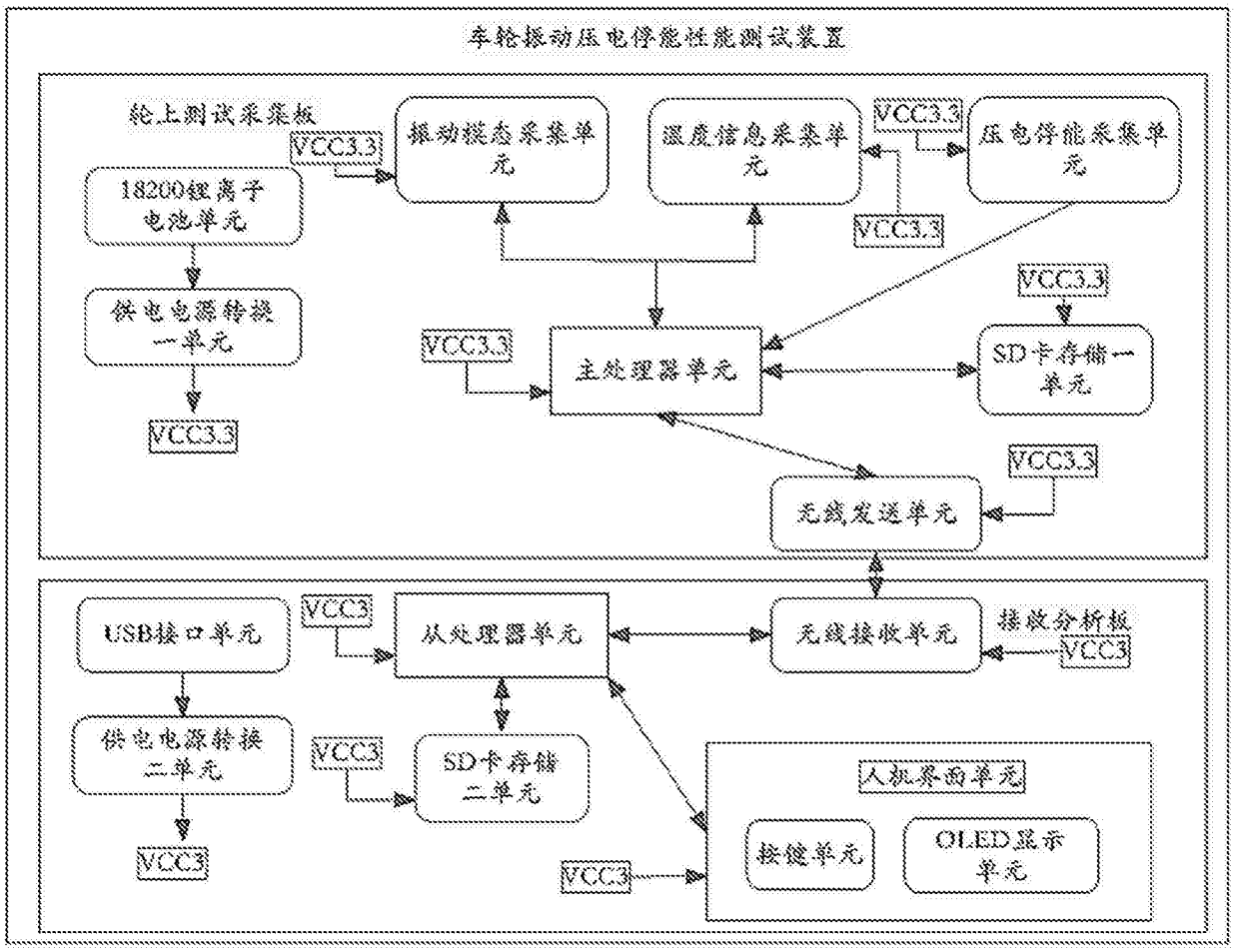

车轮振动压电俘能性能测试装置
轮上测试采集板
18200锂离子电池单元
VCC3.3
振动模态采集单元
温度信息采集单元
VCC3.3
压电俘能采集单元
VCC3.3
供电电源转换一单元
VCC3.3
VCC3.3
主处理器单元
VCC3.3
SD卡存储一单元
VCC3.3
无线发送单元
USB接口单元
VCC3
从处理器单元
无线接收单元
接收分析板
VCC3
供电电源转换二单元
VCC3
SD卡存储二单元
人机界面单元
VCC3
按键单元
OLED显示单元
VCC3

图1

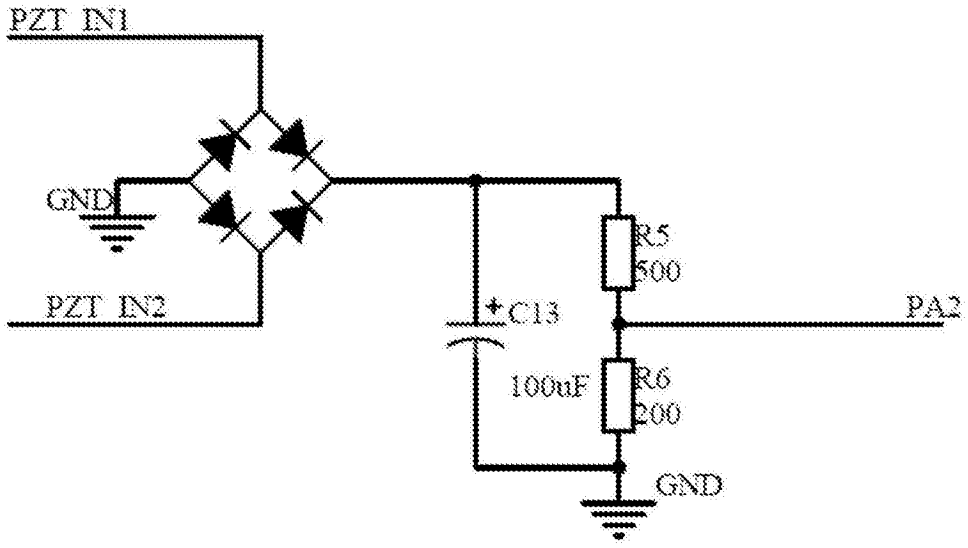

PZT_IN1
GND
PZT_IN2
+C13
100uF
R5
500
R6
200
PA2
GND

图2

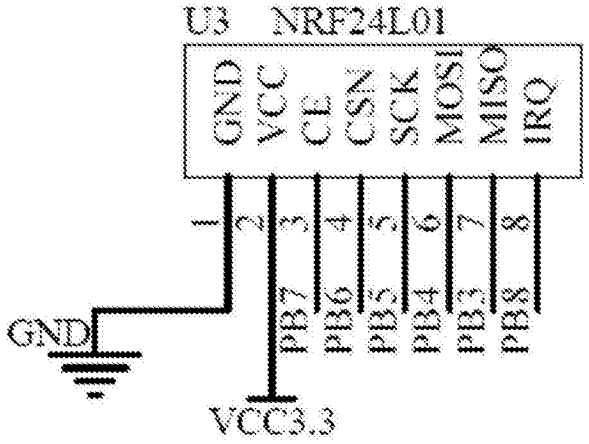

U3 NRF24L01
GND
VCC
CE
CSN
SCK
MOSI
MISO
IRQ
1
2
3
4
5
6
7
8
PB7
PB6
PB5
PB4
PB3
PB8
GND
VCC3.3

图3

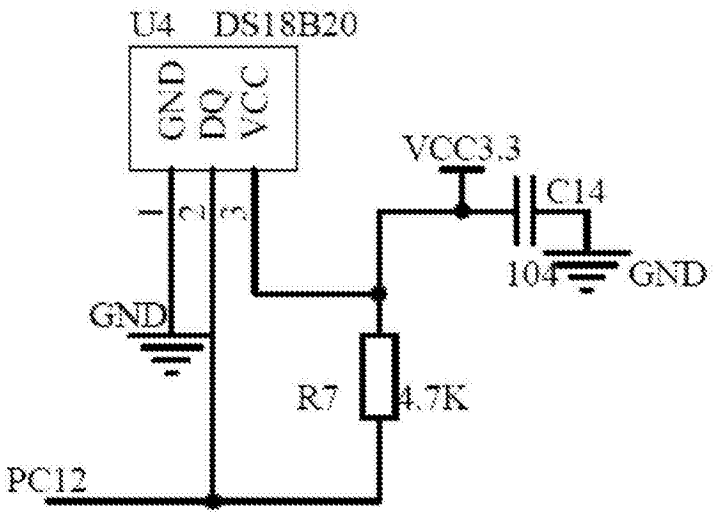

U4 DS18B20
GND
DQ
VCC
1
2
3
VCC3.3
C14
104
GND
GND
R7
4.7K
PC12

图4

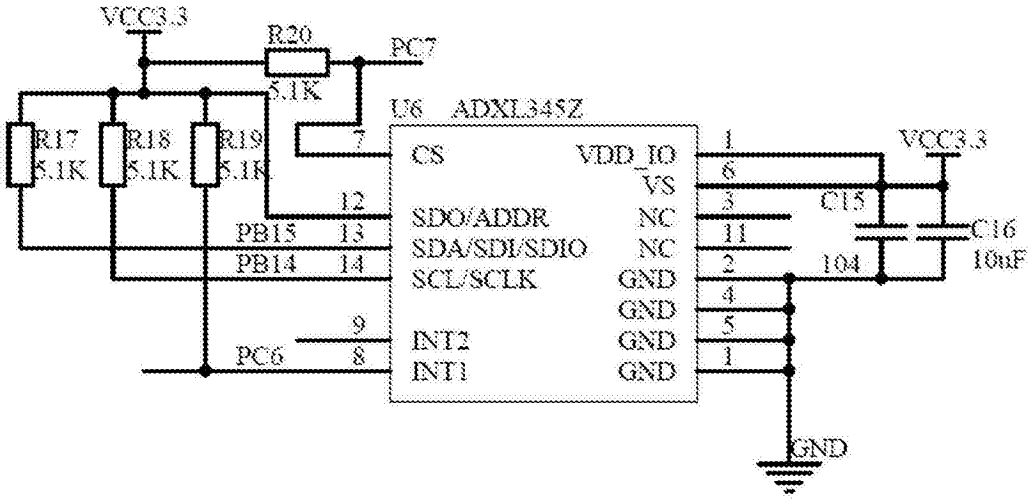

VCC3.3
R20
5.1K
PC7
R17
5.1K
R18
5.1K
R19
5.1K
U6 ADXL345Z
CS
SDO/ADDR
SDA/SDI/SDIO
SCL/SCLK
INT2
INT1
VDD_IO
VS
NC
NC
GND
GND
GND
GND
PB15
PB14
PC6
C15
104
C16
10uF
GND

图5

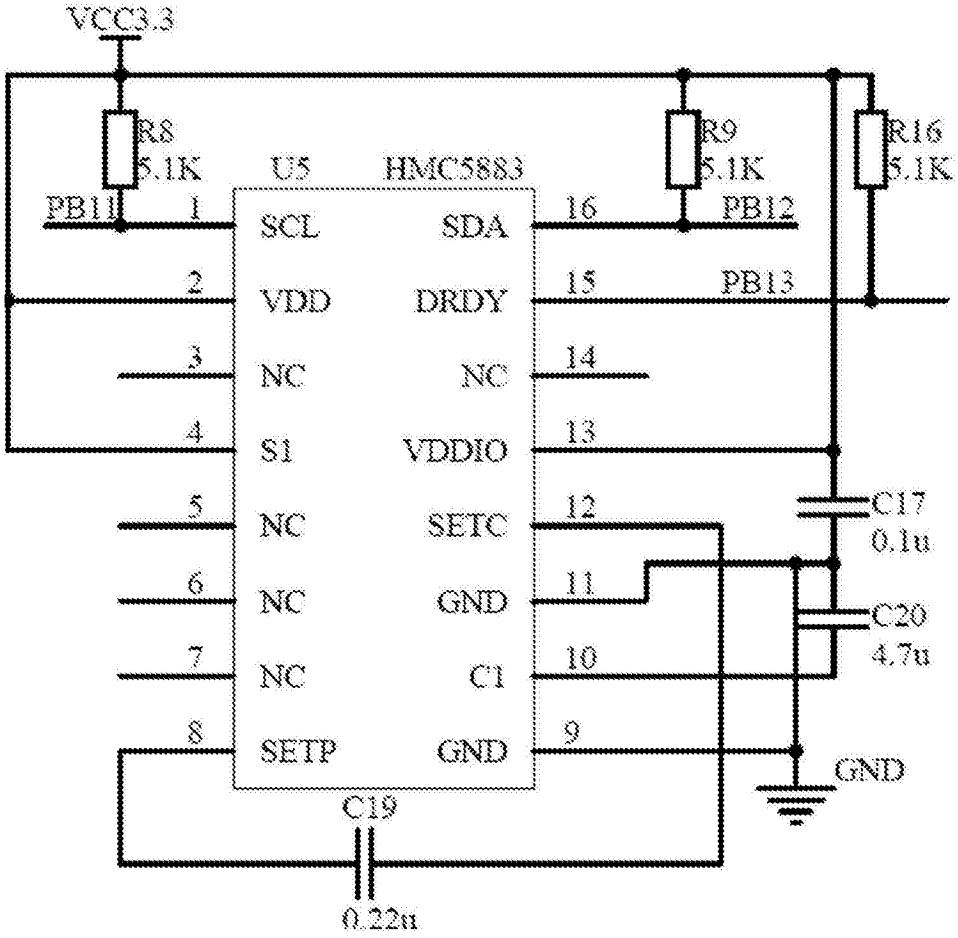

VCC3.3
R8
5.1K
U5 HMC5883
R9
5.1K
R16
5.1K
PB11
PB12
SCL
SDA
VDD
DRDY
PB13
NC
NC
S1
VDDIO
NC
SETC
NC
GND
NC
C1
SETP
GND
C17
0.1u
C20
4.7u
GND
C19
0.22u

图6

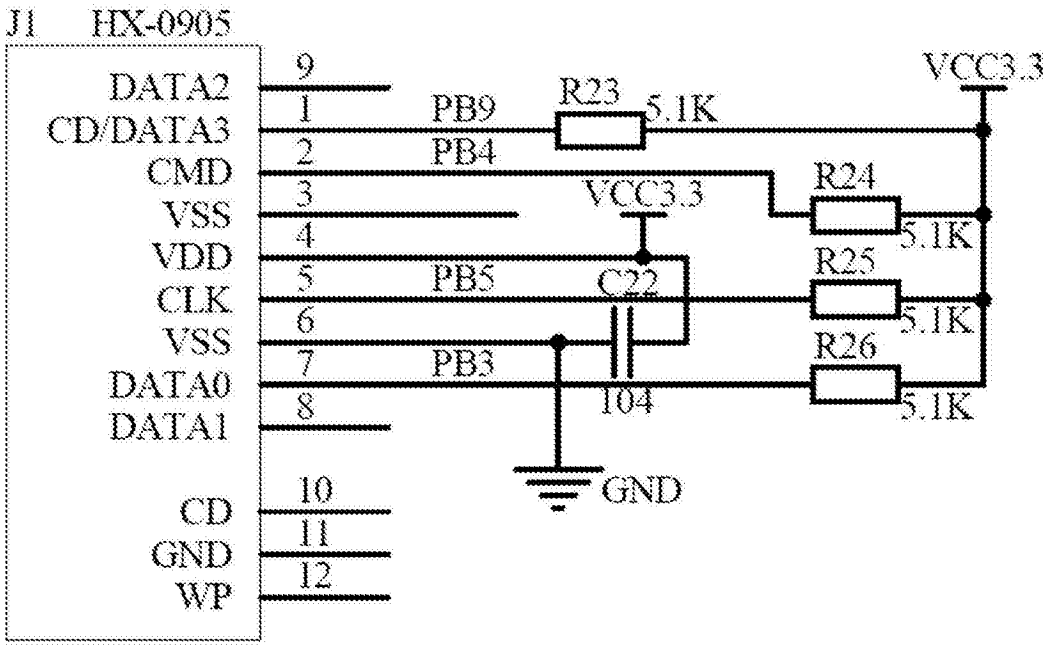

J1 HX-0905
DATA2
CD/DATA3
CMD
VSS
VDD
CLK
VSS
DATA0
DATA1
CD
GND
WP
9
1
2
3
4
5
6
7
8
10
11
12
PB9
PB4
PB5
PB3
R23
5.1K
VCC3.3
R24
5.1K
R25
5.1K
R26
5.1K
C22
104
GND

图7

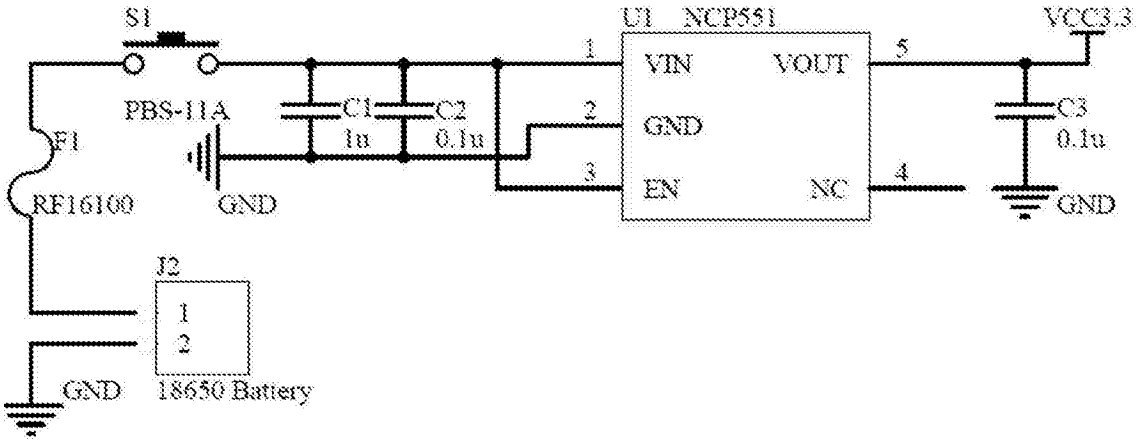

S1
PBS-11A
F1
RF16100
GND
C1
1u
C2
0.1u
U1 NCP551
VIN
VOUT
GND
EN
NC
1
2
3
4
5
VCC3.3
C3
0.1u
GND
J2
1
2
GND
18650 Battery

图8

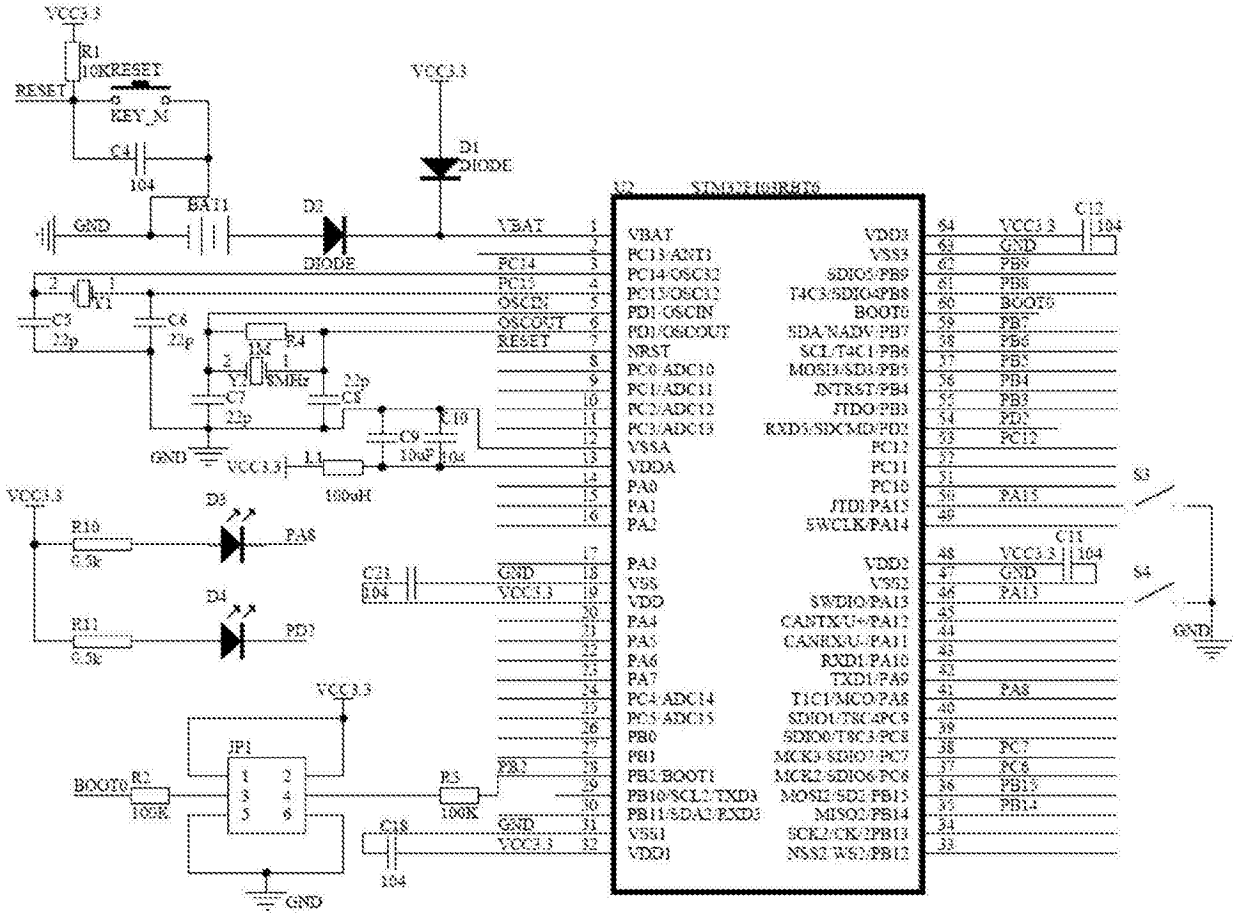

VCC3.3
R1
10K
RESET
KEY_N
C4
104
D1
DIODE
BAT1
D2
GND
C3
22p
C6
22p
Y1
8MHz
C7
22p
C8
22p
R4
10K
C9
10uF
C10
104
L1
1uH
R10
0.3k
D3
PA8
R11
0.3k
D4
PD2
JP1
BOOT0
R2
10K
R3
100K
C18
104
PB2
PA13
PA14
PA15
PC7
PC8
PC12
PB3
PB4
PB5
PB6
PB7
PB8
PB9
S3
S4
C11
C12

图9

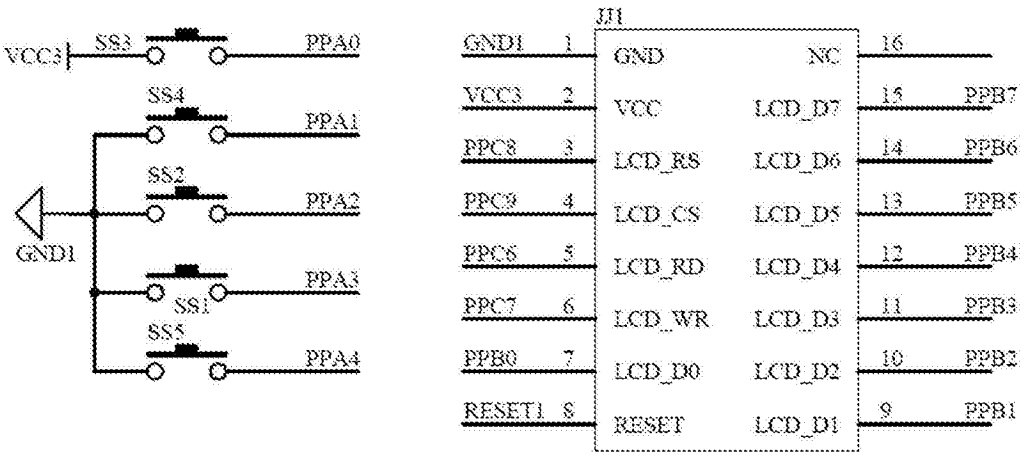

VCC3
SS3
PPA0
SS4
PPA1
SS2
PPA2
GND1
PPA3
SS1
SS5
PPA4
JJ1
GND1 1
VCC3 2
PPC8 3
PPC9 4
PPC6 5
PPC7 6
PPB0 7
RESET1 8
GND
VCC
LCD_RS
LCD_CS
LCD_RD
LCD_WR
LCD_D0
RESET
NC
LCD_D7
LCD_D6
LCD_D5
LCD_D4
LCD_D3
LCD_D2
LCD_D1
16
15 PPB7
14 PPB6
13 PPB5
12 PPB4
11 PPB3
10 PPB2
9 PPB1

图10

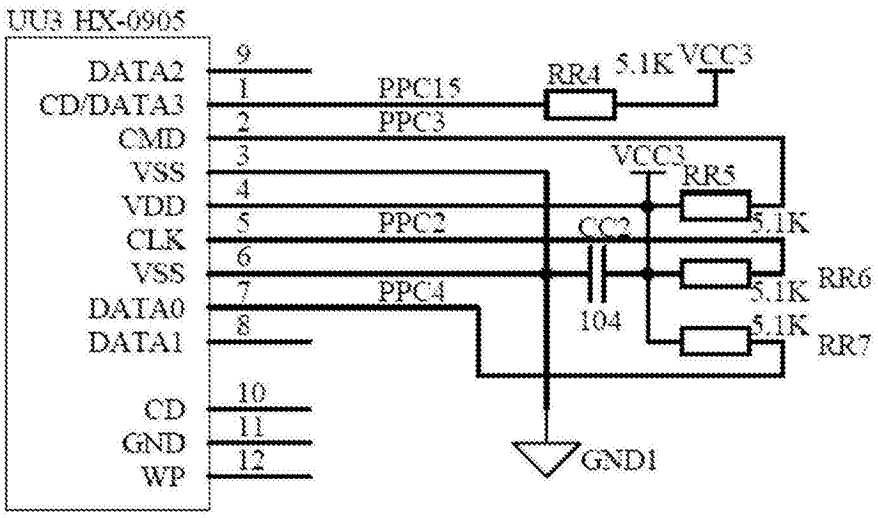

UU3 HX-0905
DATA2
CD/DATA3
CMD
VSS
VDD
CLK
VSS
DATA0
DATA1
CD
GND
WP
9
1
2
3
4
5
6
7
8
10
11
12
PPC15
PPC3
PPC2
PPC4
RR4
5.1K
VCC3
RR5
5.1K
CC2
104
RR6
5.1K
RR7
5.1K
GND1

图11

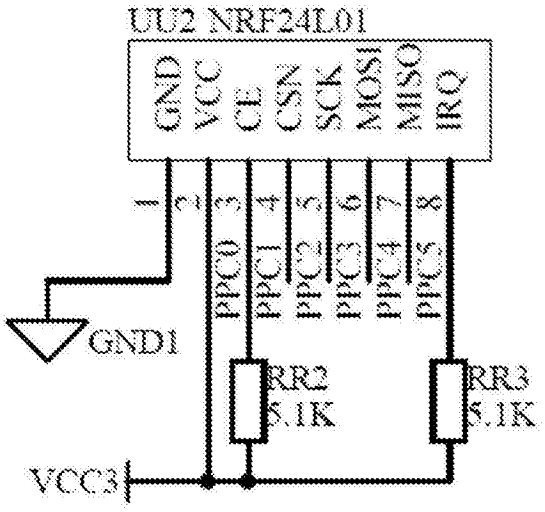

UU2 NRF24L01
GND
VCC
CE
CSN
SCK
MOSI
MISO
IRQ
1
2
3
4
5
6
7
8
PPC0
PPC1
PPC2
PPC3
PPC4
PPC5
GND1
RR2
5.1K
RR3
5.1K
VCC3

图12

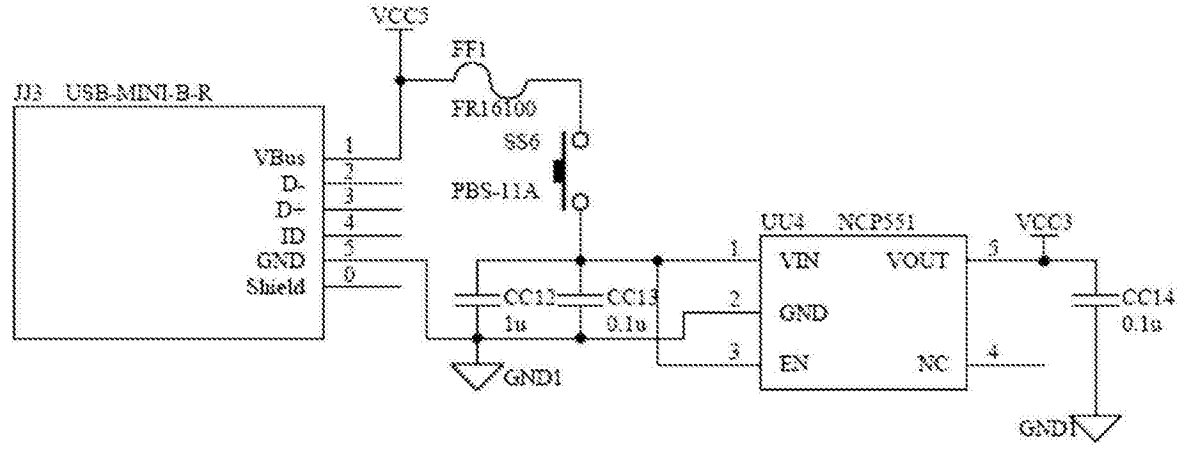

VCC3
FF1
FR1608
JJ3 USB-MINI-B-R
VBus
D-
D+
ID
GND
Shield
SS6
PBS-11A
UU4 NCP551
VIN
VOUT
GND
EN
NC
CC12
1u
CC13
0.1u
CC14
0.1u
GND1

图13

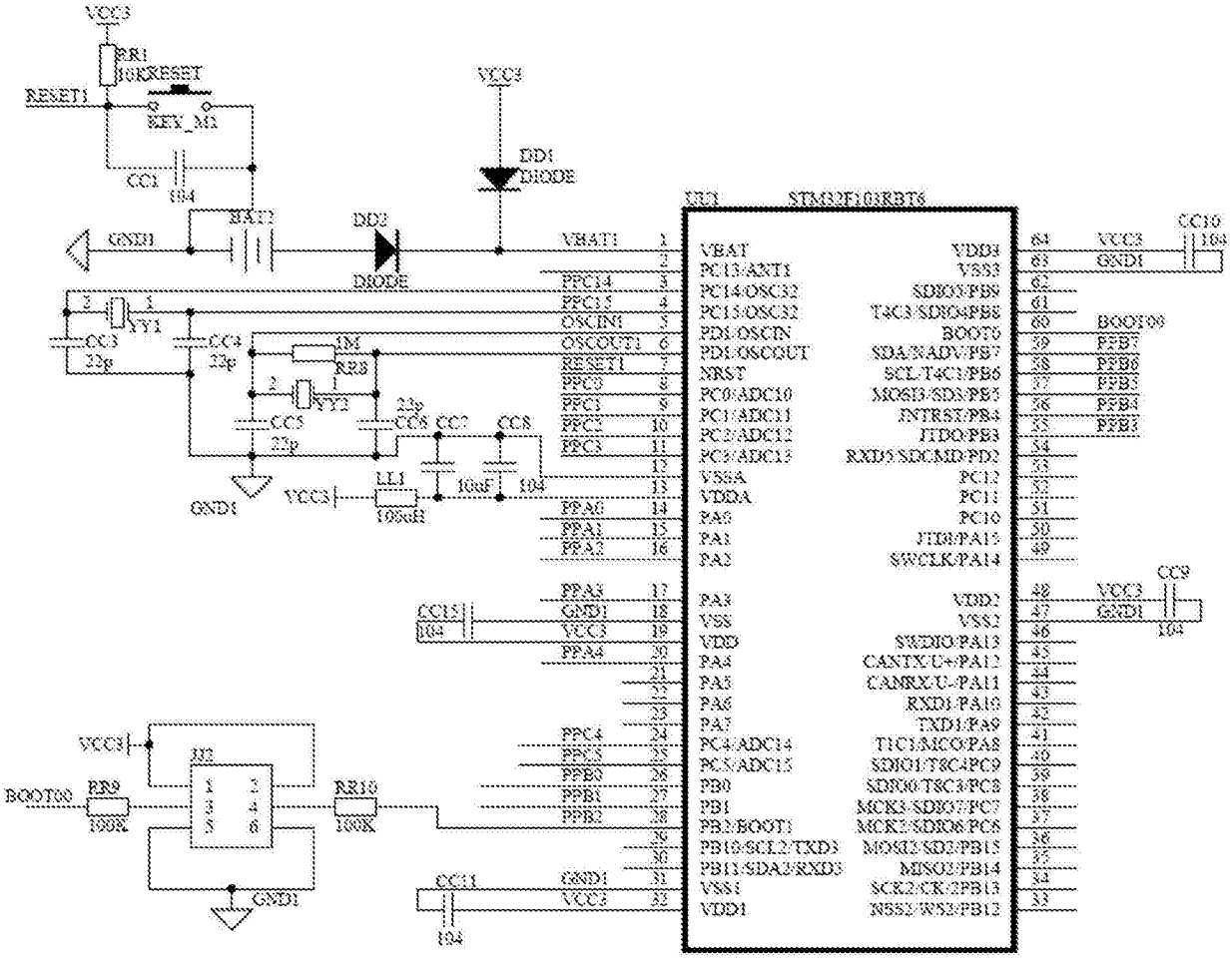

VCC3
RR1
10KRESET
RESET1
KEY_M1
CC1
104
VCC3
DD1
DIODE
BAT12
DD2
DIODE
GND1
VBAT1
PPC14
PPC15
OSCIN1
OSCOUT1
RESET1
PPC0
PPC1
PPC2
PPC3
VSSA
VDDA
PPA0
PPA1
PPA2
YY1
CC3
22p
CC4
22p
RR2
YY2
CC5
22p
CC6
22p
CC7
CC8
LL1
10uF
104
105uH
GND1
VCC3
JJ3 STM32F103RBT6
VBAT
PC13/ANTI
PC14/OSC32
PC15/OSC32
PD0/OSCIN
PD1/OSCOUT
NRST
PC0/ADC10
PC1/ADC11
PC2/ADC12
PC3/ADC13
PPA3
PPA4
PA4
PA5
PA6
PA7
PC4/ADC14
PC5/ADC15
PB0
PB1
PB2/BOOT1
PB10/SCL2/TXD3
PB11/SDA2/RXD3
VSS1
VDD1
VDD3
VSS3
SDIO5/PB9
T4C3/SDIO4/PB8
BOOT0
SDA/NADV/PB7
SCL/T4C1/PB6
MO6I3/SD5/PB5
/NTRST/PB4
JTDO/PB3
RXD5/SDCMD/PD2
PC12
PC11
PC10
JTDI/PA15
SWCLK/PA14
PA3
VSS2
VDD2
SWDIO/PA13
CANTX/U+/PA12
CANRX/U-/PA11
RXD1/PA10
TXD1/PA9
T1C1/MCO/PA8
SDIO1/T8C4/PC9
SDIO0/T8C3/PC8
MCK3/SDIO7/PC7
MCK2/SDIO6/PC6
MOSI2/SD2/PB15
MISO2/PB14
SCK2/CK2/PB13
NSS2/WS2/PB12
CC10
104
CC9
104
BOOT00
JJ2
RR9
100K
RR10
100K
CC11
104

图14

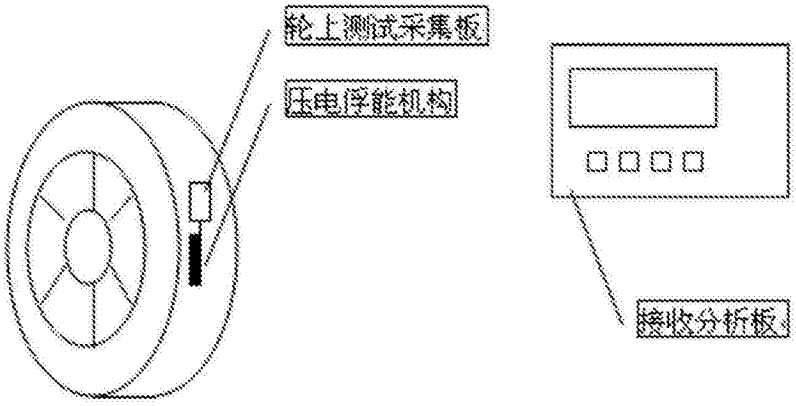


图15