



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102798497 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 19

(21) 申请号 201210286748. 3

(22) 申请日 2012. 08. 13

(73) 专利权人 国家海洋技术中心

地址 300112 天津市南开区芥园西道 219 号

(72) 发明人 门雅彬 成方林 刘佳佳 徐丽萍
张齐

(74) 专利代理机构 天津市鼎和专利商标代理有
限公司 12101

代理人 崔立增

(51) Int. Cl.

G01L 9/00(2006. 01)

G01L 19/04(2006. 01)

审查员 袁欣琪

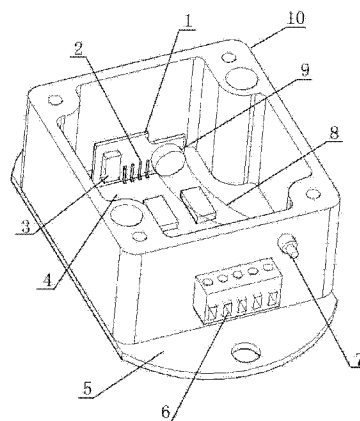
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

智能大气压力测量装置

(57) 摘要

本发明公开了一种智能大气压力测量装置,包括壳体、安装底板、传感器模块、数据采集电路板、引压导管、气动快速接头。安装底板固定在壳体底部,传感器模块、数据采集电路板和引压导管设置在壳体内,数据采集电路板固定壳体内部,传感器模块通过双排插针焊接在数据采集电路板上。传感器模块包括气压敏感元件和有源晶体振荡器,气压敏感元件采用智能集成气压敏感元件MS5534C,可准确测量 500-1100hPa 范围内的气压,与微控制器的接口方式是 SPI 数字接口。微控制器采用 8 位增强型微控制器,数据接口单元输入端连接微控制器。该测量装置具有体积小、响应速度快、测量精度高、数字补偿等特点,可广泛用于海洋环境监测站、地面气象观测站和船舶气象站等场合测量大气压力。



1. 一种智能大气压力测量装置,其特征在于:包括壳体、安装底板、传感器模块、数据采集电路板、引压导管、气动快速接头。安装底板固定在壳体底部,传感器模块、数据采集电路板和引压导管设置在壳体内;数据采集电路板固定壳体内部;传感器模块通过双排插针焊接在数据采集电路板上;壳体的侧面开孔安装接线端子;数据采集电路板包括微控制器、电源单元、数据接口单元、地址编码单元;传感器模块包括气压敏感元件和有源晶体振荡器,它们直接焊接在传感器模块上,气压敏感元件采用智能集成气压敏感元件 MS5534C,与微控制器的接口方式是 SPI 数字接口;引压导管一端连接气压敏感元件,另一端连接设置在壳体侧面的气动快速接头;电源单元输出连接至微控制器、传感器模块、数据接口单元的电源输入引脚;微控制器采用 8 位增强型微控制器;数据接口单元输入端连接微控制器;地址编码单元连接微控制器的 I/O 口。

2. 根据权利要求 1 所述的智能大气压力测量装置,其特征在于:气动快速接头穿过铸铝合金外壳圆通孔后固定在壳体侧面;引压导管一端连接传感器模块的气压敏感元件的不锈钢保护罩,一端连接壳体侧面的气动快速接头。

3. 根据权利要求 1 所述的智能大气压力测量装置,其特征在于,传感器模块所需的时钟由 32.768kHz 有源晶体振荡器来提供,其第 3 脚输出连接至气压敏感元件的主时钟输入第 5 脚 MCLK。

4. 根据权利要求 1 所述的智能大气压力测量装置,其特征在于,所述壳体的侧面开孔安装接线端子,接线端子为 AKZ1700-3.81 型 5 芯可插拔的接线端子,信号导线一端通过绝缘欧式压线端子压接后与该接线端子旋接,另一端与外部气压数据采集器相接驳。

智能大气压力测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及大气环境监测装置,特别是涉及一种测量大气压力的装置。

背景技术

[0002] 大气压力与人们的日常生活密切相关。在气象观测、海上航行、航天探空、能源开发、交通旅游、环境保护等诸多领域,经常需要对大气压力进行测量。气压观测也是海洋环境监测站和舰船气象的常规观测项目,气压测量在这些领域起着非常重要的作用。

[0003] 大气压力测量仪器得到不断更新和发展,从早期的玻璃水银气压表、空盒气压计和沸点气压计已经发展到现在常用的数字振筒气压仪,实现了气压观测的自动化。现有的自动化大气压力测量仪器,采用的测量原理不同,使用过程中存在以下问题:1、振筒式气压仪通过采集振筒传感器的振动频率量,经过其内部的温度传感器进行温度补偿后,计算出大气压力。它虽然具有测量精度高、稳定性好、量程宽、响应快等优点,但是仪器的体积相对较大,仅适用于地面气象观测系统中,在振动和摇摆较大的舰船上并不适用。目前舰船上普遍使用空盒气压表进行气压观测,但该气压表要求放置在温度均匀少变,没有热源、不直接通风的房间内,要始终避免太阳直接照射,对环境要求较高,而且需要在人工观测后对数据进行订正,人员劳动强度大,易出错,无法适应无人值守的需求。2、部分自动化气压测量设备的敏感元件采用分立的小信号模拟输出半导体器件,需要信号处理电路对输入信号进行滤波、整形和放大,调理测量电路复杂,测量精度容易受到模拟器件温漂的影响。3、由于温度对气压的测量结果影响比较显著,测量电路需要引入相应温度测量电路进行计算校准,其两部分电路常常不能合二为一,增加了设计复杂度,气压采集和温漂校准电路未采用高性能微控制器管理和控制,智能化程度较低。4. 由于采用模拟量输出,普通用户不能根据标准计量部门出具的检验报告自行校准传感器,需要到定期厂家进行校准,增加了用户使用成本,无法不间断在线使用。

发明内容

[0004] 针对现有技术的大气压力测量所存在的问题,本发明推出一种智能大气压力测量装置,将集成温度传感器的数字气压敏感元件、数据采集电路、高性能微控制器结合起来。该装置采用数字电路设计,克服了传统模拟调理电路设计复杂、精度易受器件温度漂移影响的缺点,可实现长期、连续、自动测量大气压力,并具有数字输出、自校准、自动标定等智能性特点,可满足地面气象观测系统和舰船对于无人值守气压连续观测的需求。

[0005] 本发明所涉及智能大气压力测量装置包括壳体、安装底板、传感器模块、数据采集电路板、引压导管、气动快速接头。安装底板固定在壳体底部,传感器模块、数据采集电路板和引压导管设置在壳体内,数据采集电路板固定壳体内部,传感器模块通过双排插针焊接在数据采集电路板上;壳体的侧面开孔安装接线端子;数据采集电路板包括微控制器、电源单元、数据接口单元、地址编码单元;传感器模块主要包括气压敏感元件和有源晶体振荡器,它们直接焊接在传感器模块上,气压敏感元件采用智能集成气压敏感元件 MS5534C,

与微控制器的接口方式是 SPI 数字接口；引压导管一端连接气压敏感元件，另一端连接设置在壳体侧面的气动快速接头；电源单元输出连接至微控制器、传感器模块、数据接口单元的电源输入引脚；微控制器采用 8 位增强型微控制器；数据接口单元输入端连接微控制器。

[0006] 壳体为框形结构，采用铸铝合金材料，侧面安装 AKZ1700-3.81 型 5 芯可插拔的接线端子，信号导线一端通过绝缘欧式压线端子压接后与该接线端子旋接，另一端与外部气压数据采集器相接驳。

[0007] 安装底板两端呈圆弧形，使用螺栓通过壳体的内螺纹与壳体相固定。引压导管用于进行装置压力标定，它一端连接传感器模块的气压敏感元件的不锈钢保护罩，一端连接气动快速接头。气动快速接头穿过铸铝合金外壳圆通孔后固定在外壳侧面。

[0008] 数据采集电路板的电源单元采用二级电源管理方案，负责对输入的电源进行变换，第一级采用 5V 输出的开关电源芯片，其 5V 输出连接第二级线性 LDO 芯片的输入，LDO 芯片的 3V 输出连接至微控制器、传感器模块、数据接口单元的电源输入引脚。微控制器是采集电路的核心部分，负责智能大气压力测量装置的运行和控制。数据接口单元负责完成传感器数字化输出的信号转换工作，其输入端连接至微控制器的 UART0，输出端连接至接线端子。地址编码单元用于设置该大气压力测量装置的地址编码，最大的地址数量为 64 个，可使用的地址范围是 0-63，编码单元采用拨码开关通过上拉电阻连接至微控制器的 6 个 I/O 接口。

[0009] 传感器模块主要包括气压敏感元件和有源晶体振荡器。传感器模块通过双排插针固定在数据采集电路板上。气压敏感元件采用 MEMS 型智能集成气压敏感元件，内含温度传感器，可以对测量结果进行温度补偿修正。气压敏感元件和其运行所需的有源晶体振荡器直接焊接在传感器模块上，有源晶体振荡器的频率是 32.768KHz。有源晶体振荡器的第 3 脚输出连接至气压敏感元件的主时钟输入第 5 脚 MCLK。传感器模块通过 5 芯双排插针焊接至数据采集电路板，提供传感器模块的电源和微控制器信号连接通路。双排插针的第 1 和第 2 脚分别是电源 +3V 和 GND，与电源单元 3V 输出相连接，第 3-5 脚是 SPI 数字接口信号引脚，提供气压敏感元件与微控制器的 SPI 接口信号 SCLK、DOUT 和 DIN 的连接通路。

[0010] 为了保证在常温测量下和在温度变化时气压测量准确度，需要对测量结果进行绝对误差修正校正和温度补偿修正。修正依照实验结果进行，首先对气压敏感元件进行全范围的常温变压和常压变温测试，对测试结果进行数据分析，研究其线性和离散性分布，通过使用最小二乘法计算得到一条修正曲线，将其输入微控制器，编入程序中。在测量过程中利用这条曲线将获得的数据作相应的修正，最终获得准确的测量结果。

[0011] 具体修正方法如下：

[0012] (1) 气压绝对误差修正

[0013] 由于气压敏感元件具有较高的长期稳定性，在恒定温度条件下，不同压力范围的测量绝对误差基本可以作为一个固定偏差处理，因而绝对误差的修正方法就可以直接运用公式下式来完成。

[0014] $P = P_t - \Delta_p$ (1)

[0015] 上式 P 代表实际气压值， P_t 代表该大气压力测量装置测量气压值， Δ_p 代表绝对误差。具体做法是，将待测气压测量装置放入到气压检定箱，依据选取的测量点，改变气压检定箱设置气压值，等待测量值稳定后记录气压测量装置不同测量点中的 P 和 Δ_p ，然后依据

上式计算修正后气压测量值。

[0016] (2) 气压的温度补偿

[0017] 该大气压力测量装置中的气压敏感元件测量性能受温度条件影响非常大,通过对装置进行实验,在温度变化的同时取得气压测量装置的输出,对这些测量结果采用最小二乘曲线方法拟合后,取得曲线的特征值,并将这些参数编入程序中,对因温度引起的测量误差进行修正。在测量装置经过常温测量误差和温度变化测量误差修正后,通过信号电缆向气压数据采集器输出准确的大气压力测量值。

[0018] 本发明涉及的智能大气压力测量装置具有体积小、精度高、输出数字化、用户可自校准、可总线组网和智能化的特点,可满足地面气象观测系统和舰船对于无人值守气压连续观测的需求。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明涉及的智能大气压力测量装置结构示意图;

[0020] 图 2 为本发明涉及的传感器模块和数据采集电路板电路框图;

[0021] 图 3 为本发明涉及的智能大气压力测量装置总线组网设置示意图。

[0022] 附图中标记说明:

[0023]

- | | |
|-----------|-----------|
| 1、传感器模块 | 2、双排插针 |
| 3、有源晶体振荡器 | 4、数据采集电路板 |
| 5、安装底板 | 6、接线端子 |
| 7、气动快速接头 | 8、引压导管 |
| 9、气压敏感元件 | 10、壳体 |

具体实施方式

[0024] 结合附图对本发明的技术方案进一步说明。图 1 显示本发明的基本结构,图 2 显示本发明的传感器模块和数据采集电路板的电路结构,图 3 显示本发明总线组网设置状况。

[0025] 如图所示,本发明涉及的智能大气压力测量装置包括壳体 10、安装底板 5、传感器模块 1、数据采集电路板 4、引压导管 8。

[0026] 壳体 10 为框形结构,由铸铝合金模压而成,外形尺寸为 $63 \times 57.5 \times 35\text{mm}$ 。壳体与盒盖 10 由 $\phi 4\text{mm}$ 螺丝与壳体四角的内螺纹旋接固定。安装底板 5 两端呈圆弧形,使用 $\phi 4\text{mm}$ 不锈钢螺栓通过壳体 10 的内螺纹与壳体 10 相固定。壳体 10 及其盒盖和安装底板 5 表面均采用喷漆保护。壳体 10 侧面开 $9 \times 21\text{mm}$ 长方形孔,用来安装 AKZ1700-3.81 型 5 芯可插拔接线端子 6。信号导线通过绝缘欧式压线端子压接后与接线端子 6 连接,导线另一侧与外部数据采集系统或上位机相接驳。

[0027] 引压导管 8 用于进行装置压力标定,一端连接传感器模块 1 的气压敏感元件的不锈钢保护罩,一端连接壳体 10 侧面的气动快速接头 7。气动快速接头 7 穿过铸铝合金壳体 10 圆通孔后固定在外壳侧面。

[0028] 数据采集电路板 4 设置在壳体 10 内并采用 $\phi 3\text{mm}$ 螺丝固定在底部,包括微控制

器、电源单元、数据接口单元、地址编码单元。微控制器采用 8 位增强型微控制器,是采集电路的核心部分,负责智能大气压力测量装置的运行和控制,采集前端气压敏感元件的输出结果,完成数据转换和工程量的计算,实现测量结果的线性补偿和异常结果的处理,组织采集数据的输出和响应上位机发来的命令等主要工作。

[0029] 电源单元采用二级电源管理方案负责对输入的电源进行变换,第一级采用 5V 输出的开关电源芯片,其 5V 输出连接第二级线性 LDO 芯片的输入,再由 LDO 芯片变换成 +3V 电压,输出连接至微控制器、传感器模块 1、数据接口单元的电源输入引脚。数据采集电路数据接口单元主要组成是芯片 MAX3485,它负责完成输出数据电平转换功能,即由微控制器的 UART 输出的串行 TTL 电平转换成差分 RS-485 电平。MAX3485 的输入连接至微控制器的 UART0,即微控制器的第 29 和第 30 脚,输出连接接线端子 6。

[0030] 气压敏感元件 9 与微控制器的接口采用数字化 SPI 接口。气压敏感元件 9 在数据采集板 4 上的微控制器的控制下,通过 SPI 总线将数字化的大气压力原始测量值传输给微控制器,微控制器对测量值进行处理、传输和变换,实现了对大气压力的数字化自动测量。数据采集电路板 4 固定在铸铝合金外壳 10 内部;气压敏感元件 9 和 32.768KHz 有源晶体振荡器 3 直接焊接在电路板上,其它辅助元件共同构成传感器模块 1,气压敏感元件 9 采用 MEMS 型智能集成气压敏感元件,内含温度传感器,可以对测量结果进行温度补偿修正。有源晶体振荡器 3 的第 3 脚输出连接至气压敏感元件 9 的时钟输入第 5 脚 MCLK,提供传感器模块的电源和微控制器信号连接通路。5 芯双排插针 2 的 1-2 脚分别是电源 +3V 和 GND,与电源单元 3V 输出相连接,3-5 脚是信号引脚,提供气压敏感元件与微控制器的 SPI 接口信号 SCLK、DOUT 和 DIN 的连接通路。AKZ1700-3.81 型 5 芯接线端子 6 右上侧设计气动快速接头 7 安装孔,气动快速接头 7 穿过该通孔后固定在铸铝合金外壳 10 内侧面。引压导管 8 的作用是为该气压测量装置提供标定时压力传导通路,当外部测试导管不连接气动快速接头时各自阀门闭合,阻断气体流动;当外部测试导管接入快速接头时,各自阀门打开,气体可以自由流通。引压导管 8 在安装时需在两端内壁涂装气体密封胶后,一端连接气压敏感元件 9 的不锈钢保护罩,一端连接气动快速接头 7。

[0031] 地址编码单元用于设置传感器自身的地址编码,采用 6 位拨码开关来实现,地址编码单元为 64 个,即可用的地址范围是 0-63。编码单元采用拨码开关通过上拉电阻连接至微控制器的 6 个 I/O 口 P1.0-P1.5。测量装置在工作时接收到气压数据采集器发来的包含测量装置地址的查询指令,将命令地址与自身地址编码单元的地址相比较,相一致后将气压值测量结果传送给气压数据采集器。

[0032] 实际应用时,可在多个地点安装智能大气压力测量装置。如图 3 所示,各个智能压力测量装置挂接在 RS-485 总线上。气压数据采集器通过 RS-485 总线分时采集各个智能压力测量装置所在地点的大气压力值。

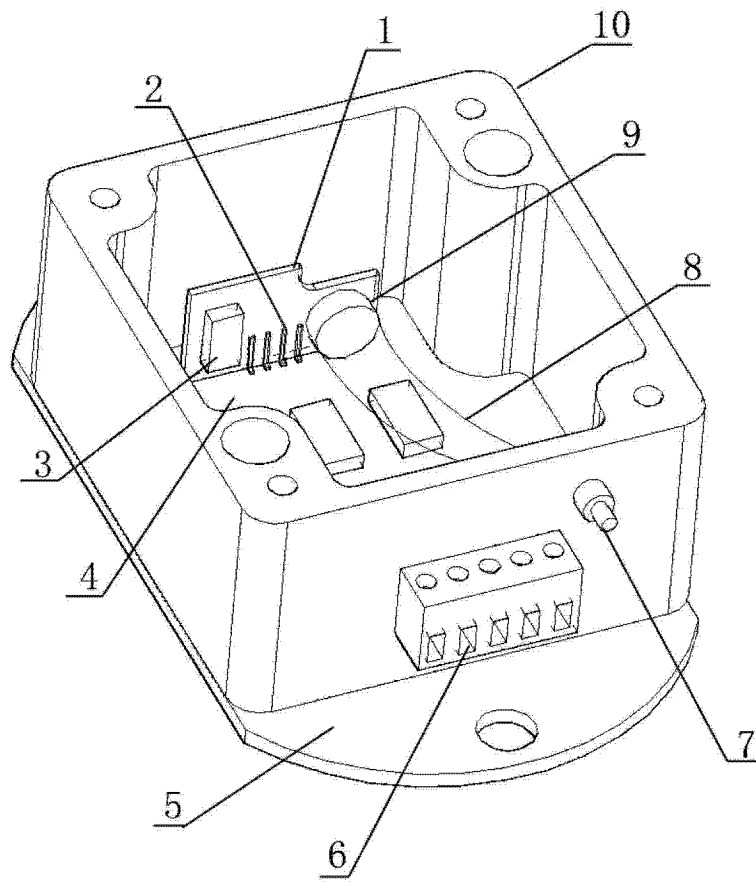


图 1

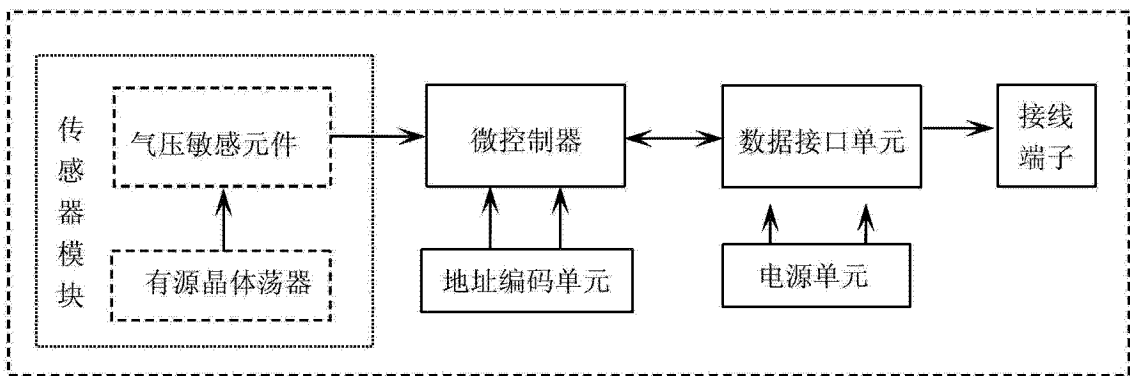


图 2

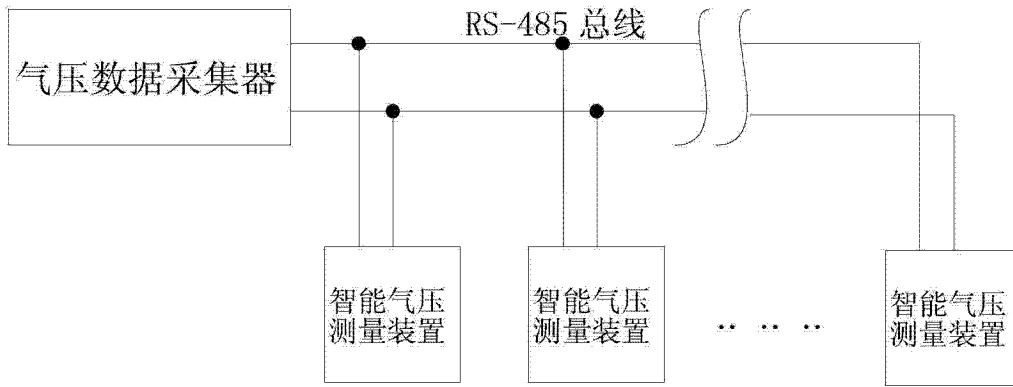


图 3