



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104949768 B

(45)授权公告日 2018.04.10

(21)申请号 201510381671.1

CN 102156005 A,2011.08.17,

(22)申请日 2015.07.02

CN 202453105 U,2012.09.26,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 101055209 A,2007.10.17,

申请公布号 CN 104949768 A

CN 203881459 U,2014.10.15,

CN 102347678 A,2012.02.08,

(43)申请公布日 2015.09.30

审查员 徐丹

(73)专利权人 济南大学

地址 250022 山东省济南市南辛庄西路336号

(72)发明人 葛荣雨 米政 杨海涛

(51)Int.Cl.

G01K 7/18(2006.01)

(56)对比文件

CN 201155361 Y,2008.11.26,

CN 102749149 A,2012.10.24,

CN 1504633 A,2004.06.16,

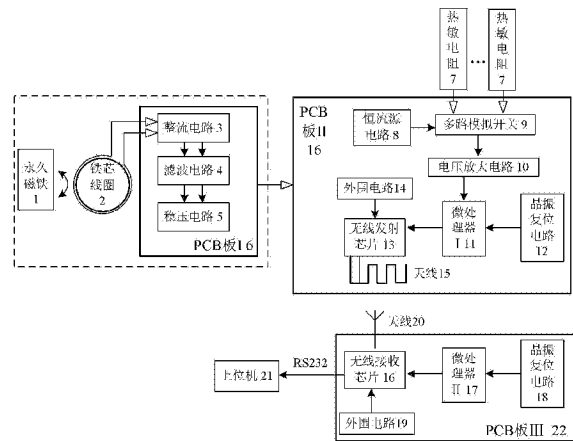
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

内燃机活塞温度自供电无线遥测装置

(57)摘要

本发明公开了一种内燃机活塞温度的自供电无线遥测装置,本装置包括电源单元、温度信号采集单元、无线发射单元和无线接收单元。所述的电源单元主要由固定于活塞上的铁芯线圈与固定于连杆上的永久磁铁组成,二者往复运动,产生感应电压,稳压后为后续测量电路持续供电。所述温度信号采集单元将采集到的活塞内部多通道温度信号传递给固定于活塞内腔的无线发射单元,无线发射单元通过无线电波传递给固定于曲轴箱底部的无线接收单元。本装置设有电源产生单元,且整个装置功耗较低,保证了测量的可持续性,能够解决供电电池在活塞高速往复运动中的不可靠问题。



1. 一种内燃机活塞温度自供电无线遥测装置,包括电源单元、温度信号采集单元、无线发射单元和无线接收单元,其特征在于:电源单元包括永久磁铁、铁芯线圈和PCB板I,PCB板I中集成了整流电路、滤波电路和稳压电路,铁芯线圈通过高温导线与PCB板I相连;温度信号采集单元包括多个热敏电阻、多路模拟开关、恒流源电路、电压放大电路;无线发送单元,包括微处理器I、晶振电路和复位电路、无线发射芯片及其外围电路、天线,天线为PCB天线;多路模拟开关、恒流源电路、电压放大电路、微处理器I、晶振电路和复位电路、无线发射芯片及其外围电路、天线都集成在PCB板II内,多个热敏电阻均通过高温导线与PCB板II相连;无线接收单元,包括PCB板III、天线和上位机,PCB板III上集成了微处理器II、晶振和复位电路、无线接收芯片及其外围电路,微处理器II通过串口与上位机相连,PCB板III固定在发动机曲轴箱的底部;永久磁铁固定于内燃机连杆工字型凹槽一侧的底部,该侧面为与曲轴的平衡块相对的一侧;铁芯线圈固定安装在活塞腔底部并靠近永久磁铁的位置,铁芯线圈的形状是弯曲的,弯曲半径接近于活塞内孔的半径;连杆的往复旋转运动带动永久磁铁一直往复旋转摆动,从而在铁芯线圈中持续产生感应电流;铁芯线圈两端各套有一个压板,压板通过螺钉和耐高温胶固定连接在活塞底面或活塞腔体下方,且保证与永久磁铁的距离尽量小;PCB板I固定安装在活塞内腔,且与永久磁铁安装在同一侧,PCB板II固定安装在活塞内腔,PCB板I和PCB板II通过高温导线连接,高温导线用耐高温胶固定在连杆小头的上面或固定在活塞内腔壁上;温度信号采集单元采用带有螺纹接口的PT100薄膜铂电阻为温度传感器,铂电阻安装时,先在活塞顶部、第一环槽、裙部待测温度的特征点处钻直径3mm的盲孔和M8螺纹孔,然后把铂电阻的外螺纹圆柱拧入活塞内的多个M8螺纹孔;无线发射单元,采用低功耗STM32微处理器,天线为PCB天线;电源单元输出为3.3V稳定电压,温度信号采集单元和无线发射单元中的供电电压均为3.3V。

## 内燃机活塞温度自供电无线遥测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到内燃机测试技术领域,尤其涉及到活塞温度的自供电无线测量装置。

### 背景技术

[0002] 活塞作为内燃机的“心脏”,是将高温燃气的内能转化为内燃机动能的最重要的零部件之一,其工作环境是内燃机组件中最为恶劣的,其中重要一方面是活塞承受着很大的热负荷。随着发动机向高速、强化方向的发展,发动机的增压比和比功率不断提高,热负荷严重状况愈加突出。为了评价活塞的热负荷,直观有效的方法是分析活塞的温度场。目前,活塞的温度场分析多采用有限元数值模拟,得到近似的温度场,而更准确的方式是直接测量活塞特征点的温度值。

[0003] 目前测量活塞温度有很多测量方法,主要分为热塞法、光学测温法和电测法三类。热塞法在国内应用最为普遍,其只能得到单一工况下的最大温度,测量精度不高。光学测温法一次测量可以得到整个活塞表面的温度,没有温度梯度,但其结构较复杂,成本较高。电测法主要有电磁感应法、红外遥测法、存储法等。电磁感应法和红外遥测法靠点传送信号,只能得到活塞下止点的温度,也不利于多通道可靠性测量。存储法,能够连续性采样任意工况任意时刻的温度数据,但读取数据时需要从活塞内取出存储器。另外,现有电测法均需要电池或电源供电,一般的电池寿命大约也就4小时,而标准的发动机测试试验需要甚至100小时以上,电池安装在活塞内腔难以更换。而且,在150度左右的高温下,电池性能即使不被破坏,也会被大大削弱,而且电池在高温下使用非常危险。如果利用外部的电源,电源引线随活塞做快速往复运动,疲劳寿命极低。因此,电测法的供电也是亟需解决的关键问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种活塞温度的无线遥测装置,该装置实现了活塞温度的实时多通道测量和无线测量,而且能够将发动机的机械能转换为电能,从而实现自供电。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 本发明的内燃机活塞温度自供电无线遥测装置包括:

[0007] 电源单元,与温度信号采集单元、无线发送单元相连,用于产生电能,给其他单元供电。

[0008] 温度信号采集单元,与电源单元和无线发送单元相连,用于将活塞内部的多通道温度信号转变成电压信号,并传送给无线发送单元。

[0009] 无线发送单元,与电源单元和温度信号采集单元相连,用于接收温度信号采集单元的电压信号,计算温度值,并将温度值通过无线电波传送给无线发射单元。

[0010] 无线接收单元,用于通过无线电波接收无线发送单元传输的温度值,并通过串口通讯转发给计算机。

[0011] 所述的电源单元,包括永久磁铁、铁芯线圈、PCB板I,所述永久磁铁固定安装在发动机连杆工字型凹槽的一侧底部,该侧必须是与曲轴平衡块相对的一侧;所述铁芯线圈固定安装在活塞腔底部并靠近永久磁铁的位置,铁芯线圈的形状是弯曲的,由于连杆相对于活塞销是往复旋转摆动的,连杆的往复旋转运动带动永久磁铁一直往复旋转摆动,从而在铁芯线圈中持续产生感应电流;所属铁芯线圈与PCB板I相连,所述的PCB板I中集成了整流电路、滤波电路、稳压电路,PCB板I固定安装在活塞内腔,且与永久磁铁安装在同一侧,PCB板I输出为3.3V稳定电压。

[0012] 所述的温度信号采集单元包括多通道的热敏电阻温度传感器、多路模拟开关、恒流源电路、电压放大电路,所述恒流源电路采用双运放构成,所述的温度传感器采用带有螺纹接口的PT100薄膜铂电阻。

[0013] 所述的无线发送单元,包括微处理器I、晶振电路和复位电路、无线发射芯片及其外围电路、天线,所述微处理器I采用低功耗STM32微处理器,天线为PCB天线。

[0014] 所述的无线发送单元及温度信号采集单元中的多路模拟开关、恒流源电路、电压放大电路都集成在PCB板II中,所述的PCB板II固定安装在活塞内腔,并与PCB板I通过高温导线相连,高温导线用耐高温胶固定在连杆小头的上面或固定在活塞内腔壁上。所述PCB板II中的所有芯片均能以3.3V作为供电电压。

[0015] 所述的无线接收单元,包括PCB板III、天线与上位机,PCB板III集成了微处理器II、晶振电路和复位电路、无线接收芯片及其外围电路,所述微处理器II通过串口与上位机相连,PCB板III固定在发动机曲轴箱的底部。

[0016] 与现有技术相比,本发明的优点在于:1、本装置利用电磁感应原理能够将活塞的机械能持续转化成电能,给温度测量装置持续供电,保证了活塞温度测量的可持续性,可以测量活塞稳态工况下任意时刻的温度;2、本装置功耗低,对电源单元的供电功率要求低;3、本装置没有电池,使用安全,且整体质量小,对活塞自身运动影响很小;4、温度值采用无线电传输方式,编程简单,还避免了输出引线难的问题。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明内燃机活塞温度自供电无线遥测装置的结构示意图。

[0018] 图2是电源单元的安装结构示意图。

[0019] 图3是铂电阻的安装结构示意图。

[0020] 图4是温度信号采集单元的电路原理图。

## 具体实施方式

[0021] 为了进一步解释本发明的技术方案,下面通过具体实施例来对本发明进行详细阐述。

[0022] 如图1所示为内燃机活塞温度自供电无线遥测装置,该装置包括电源单元、温度信号采集单元、无线发送单元和无线接收单元。电源单元包括永久磁铁1、铁芯线圈2和PCB板I6,PCB板I6中集成了整流电路3、滤波电路4和稳压电路5,铁芯线圈2通过高温导线与PCB板I6相连。温度信号采集单元包括多个热敏电阻7、多路模拟开关8、恒流源电路9、电压放大电路10。无线发送单元,包括微处理器I11、晶振电路和复位电路12、无线发射芯片13及其外围

电路14、天线15,天线15为PCB天线。多路模拟开关8、恒流源电路9、电压放大电路10、微处理器I11、晶振电路和复位电路12、无线发射芯片13及其外围电路14、天线15都集成在PCB板II 16内,热敏电阻7均通过高温导线与PCB板II 16相连。无线接收单元,包括PCB板III 22、天线20和上位机21,PCB板III 22上集成了微处理器II 17、晶振和复位电路18、无线接收芯片16及其外围电路20,微处理器II 17通过串口与上位机21相连。

[0023] 如图2所示,永久磁铁1用高温胶固定在连杆24的工字型凹槽一侧的底部,该侧为与曲轴的平衡块25相对的一侧。铁芯线圈2形状是弯曲的,弯曲半径接近于活塞内孔的半径,铁芯线圈2两端各套有一个压板23,压板23通过螺钉和耐高温胶固定连接在活塞26底面或活塞26腔体下方,且保证与永久磁铁1的距离尽量小。PCB板I6固定安装在活塞26销座上,且与永久磁铁安装在同一侧,PCB板II 16固定安装在活塞26销座的另一侧,PCB板I6和PCB板II 16通过高温导线连接,高温导线用耐高温胶固定在连杆小头的上面或固定在活塞内腔壁上。PCB板I6和PCB板II 16也可以通过螺钉和高温胶固定安装在活塞26腔体内。

[0024] 稳压电路5主要采用稳压芯片TPS63031,工作温度达到125度,输出为3.3V电压。多个热敏电阻7均采用PT100铂电阻,PT100铂电阻外面为直径3mm的不锈钢套管,内置薄膜式PT100铂电阻元件,安装方式为螺纹安装,如图3所示,铂电阻的不锈钢套管与带有M8外螺纹的圆柱焊接在一起。铂电阻安装时,先在活塞顶部、第一环槽、裙部等待测温度的特征点处钻直径3mm的盲孔和M8螺纹孔,然后把铂电阻的外螺纹圆柱拧入活塞内的M8螺纹孔。

[0025] 如图4所示,两个运算放大器LM158J构成双运放恒流源,受温度波动影响小,恒流稳定性好。恒流源电路的输入电压为3.3V,匹配电阻满足 $R1=R2$ , $R4=R5$ ,参考电阻 $R3=10K$ ,恒流源电路恒定输出1mA电流。多个通道的PT100铂电阻通过多路模拟开关ADG804与恒流源电路相连,将铂电阻的电阻信号转变为电压信号,并与电压放大电路相连。电压放大电路采用OPA333运算放大器和四个电阻R6、R7、R8、R9构成差分放大电路,放大倍数为10倍,其中电阻R7与一个可变电阻W1的滑动端相连。实际测量时,首先在室温 $T_0$ 下调节W1使得OPA333的输出电压为0,记录此时铂电阻的阻值 $R_0$ 。铂电阻在 $T_1$ 温度下,输出电压为 $V_{out}$ ,根据公式 $R_T = V_{out}/100 - R_0$ 计算出铂电阻在 $T_1$ 温度下的阻值 $R_T$ ,最后根据铂电阻的R-T分度表推算温度 $T_1$ 值。多路模拟开关ADG804、运算放大器OPA333和LM158J的最大工作温度均达125℃,可以3.3V作为供电电压。电阻电容均采用0402封装的贴片样式,最大工作温度均达125℃。

[0026] 无线发送单元中的微处理器为低功耗的STM32F103C8T6处理器,无线发射芯片为nRF905。微处理器的两个I/O口与ADG804的A0、A1引脚相连,一个I/O口与图3中OPA333的输出引脚相连。微处理器与无线发射芯片为nRF905连接,nRF905设有PCB天线。

[0027] 无线接收单元PCB板III 22中的微处理器II 17采用低成本的单片机芯片,无线接收芯片为nRF905。PCB板III 22设有UFL天线,并用密封胶封闭,然后固定在发动机曲轴箱的底部。微处理器II 17通过串口与发动机曲轴箱外的上位机相连,并将收到的温度数据通过RS232串口通讯传给上位机。

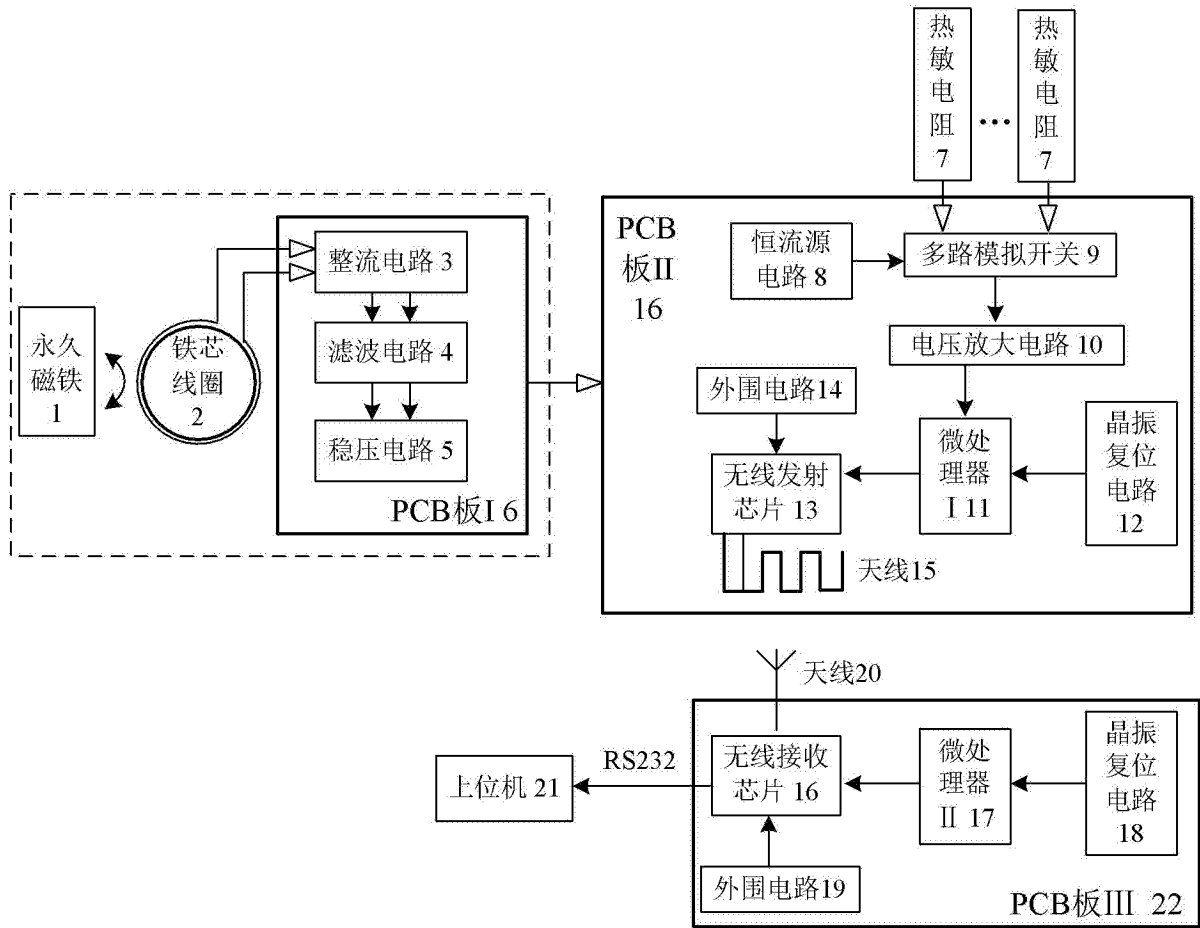


图1

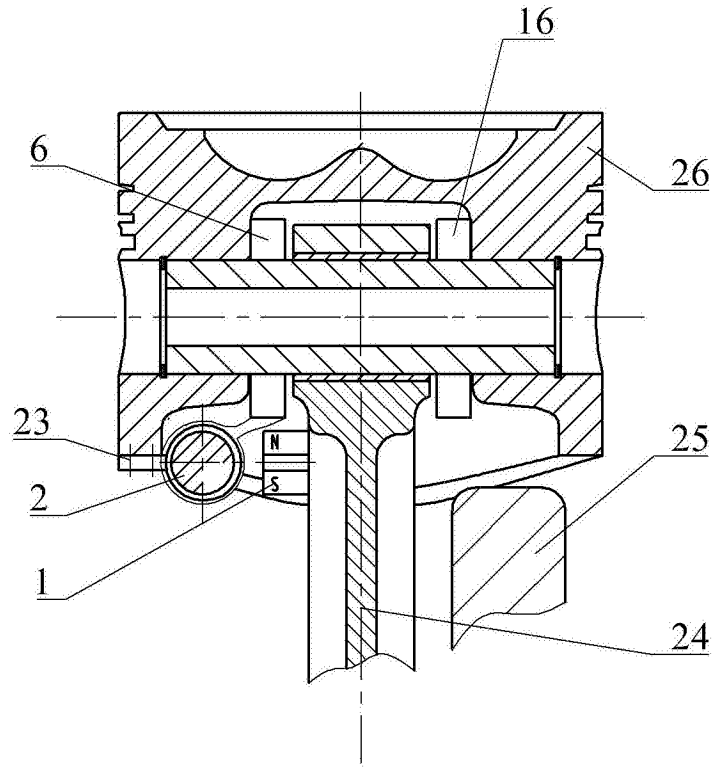


图2

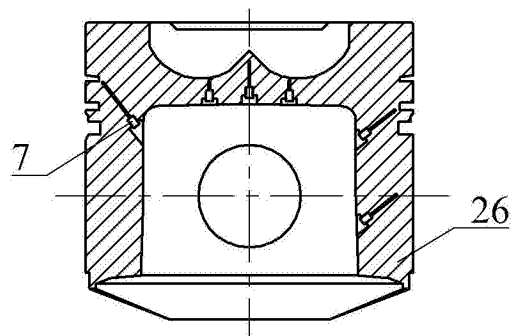


图3

