(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203191083 U
(45)授权公告日 2013.09.11

(21)申请号 201320139100.3

(22)申请日 2013.03.25

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号
专利权人 上海市电力公司
上海升仑电气设备有限公司

(72)发明人 韩浩江 李顺道 裴俊 王铮

(74)专利代理机构 上海三和万国知识产权代理事务所（普通合伙）31230
代理人 蔡海淳

(51)Int.Cl.
G01K 1/02(2006.01)
G08C 17/02(2006.01)

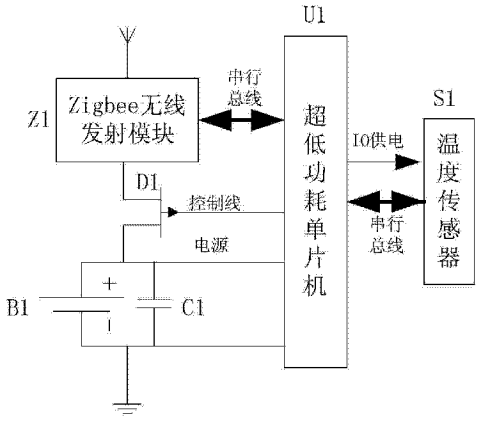
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)实用新型名称

一种超低功耗的无线测温传感器

(57)摘要

一种超低功耗的无线测温传感器，属测量领域。其设置一随机电源为温度传感器、单片机和无线发射模块提供电源；其随机电源为锂电池；其单片机为低功耗单片机；其无线发射模块为 Zigbee 无线通信模块；低功耗单片机经串行总线与温度传感器信号输出端连接，并经串行总线与 Zigbee 无线通信模块信号输入端连接；低功耗单片机电源输入端与锂电池电源输出端连接；低功耗单片机通过 I/O 端口与温度传感器电源端连接；在无线发射模块电源输入端与锂电池电源输出端之间设置电子开关电路；电子开关电路输入端与锂电池电源输出端对应连接，其输出端与无线发射模块电源输入端对应连接，电子开关电路控制端与低功耗单片机 I/O 端口连接。可广泛用于电力系统的设备状态监测领域。



CN 203191083 U

1. 一种超低功耗的无线测温传感器，包括温度传感器、单片机和无线发射模块，其特征是：

设置一随机电源，为温度传感器、单片机和无线发射模块提供电源；

所述的随机电源包括锂电池；

所述的单片机为低功耗单片机；

所述的无线发射模块为 Zigbee 无线通信模块；

所述的低功耗单片机通过串行总线与温度传感器的信号输出端连接，并经串行总线与 Zigbee 无线通信模块的信号输入端连接；

所述低功耗单片机的电源输入端与锂电池的电源输出端对应连接；

所述的低功耗单片机通过 I/O 端口与温度传感器的电源端连接；

在 Zigbee 无线通信模块的电源输入端与锂电池的电源输出端之间，设置一电子开关电路；

所述电子开关电路的输入端与锂电池的电源输出端对应连接，其输出端与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，所述电子开关电路的控制端与低功耗单片机的 I/O 端口连接。

2. 按照权利要求 1 所述的超低功耗的无线测温传感器，其特征是所述的电子开关电路包括 PMOS 开关管 D1，所述 PMOS 开关管 D1 的源极与锂电池的电源输出端对应连接，其漏极与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，其栅极与低功耗单片机的 I/O 端口连接。

3. 按照权利要求 1 所述的超低功耗的无线测温传感器，其特征是所述的锂电池电源输出端并接一个储能电容。

一种超低功耗的无线测温传感器

技术领域

[0001] 本实用新型属于测量领域，尤其涉及一种用于电力设备的在线温度测量装置。

背景技术

[0002] 电力设备工作时，各部件正常发热不应超过其最高允许温度，才能保证安全运行。对电力设备运行状态进行温度在线监测能及时发现设备异常，并采取措施以避免事故的发生。

[0003] 电力设备导电连接处、插接处的电接触状况不良是引起该处温度过高的重要原因。因此导电连接处和插接处是在线监测的主要部位。

[0004] 现有温度在线监测方式主要有两种：红外辐射的非接触式和采用热敏器件的接触式测温。非接触式红外传感器由于受环境、湿度、大气压的影响较大，红外辐射受遮挡就无法准确测量，使用有很大局限性。而接触式的传感器直接与测温点相接触，受环境因素干扰小，可实现准确、快速温度检测。

[0005] 现有接触式测温方案的不足：接触式测温方案通常采用热电偶、光纤传感器、电阻式传感器作为测温传感器，采用热电偶作传感器时，由于热电偶冷端不可能保持在0℃，在室温下测定要加冷端补偿，在实际测量中热端与冷端间距较远时，还需要采用补偿导线；采用光纤传感器作传感器(包括发射端、接收端、连接器和光纤)时，光纤传感器如何安装走线很成问题，光纤传输信号方案并不容易做到高低电位的完全隔离，当发射端安装高压端时，对地绝缘的问题也无法解决；采用电阻式传感器直接接触测量，在高电位用有线输送信号，简单运用空气间隙隔离高低电位，通过红外光电转换传输温度信号是一个不错的办法，但红外发射、接收管外露，长期使用会落灰尘、污秽，使得信号传输的可靠性逐渐变差 影响测量值也是一个很难解决的问题，另外还必须进行现场专业安装调试 使用的便利性上不理想。

[0006] 故现有温度在线监测装置的难点在于：必须有效解决高电压窜入低电压系统的问题和保证测温传感器能长时间(至少长于一个设备检修周期)地正常工作。

实用新型内容

[0007] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种超低功耗的无线测温传感器，其采用无线温度传感器对待监测点的温度进行监测，通过无线发射模块将温度数据对外发送，采用定时机制，CPU 正常情况下处于超低功耗睡眠状态，并切断对温度传感器、无线发射模块部分的供电，减少其电能消耗。

[0008] 本实用新型的技术方案是：提供一种超低功耗的无线测温传感器，包括温度传感器、单片机和无线发射模块，其特征是：设置一随机电源，为温度传感器、单片机和无线发射模块提供电源；所述的随机电源包括锂电池；所述的单片机为低功耗单片机；所述的无线发射模块为 Zigbee 无线通信模块；所述的低功耗单片机通过串行总线与温度传感器的信号输出端连接，并经串行总线与 Zigbee 无线通信模块的信号输入端连接；所述低功耗单片

机的电源输入端与锂电池的电源输出端对应连接；所述的低功耗单片机通过 I/O 端口与温度传感器的电源端连接；在 Zigbee 无线通信模块的电源输入端与锂电池的电源输出端之间，设置一电子开关电路；所述电子开关电路的输入端与锂电池的电源输出端对应连接，其输出端与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，所述电子开关电路的控制端与低功耗单片机的 I/O 端口连接。

[0009] 具体的，所述的电子开关电路包括 PMOS 开关管 D1，所述 PMOS 开关管 D1 的源极与锂电池的电源输出端对应连接，其漏极与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，其栅极与低功耗单片机的 I/O 端口连接。

[0010] 进一步的，所述的锂电池电源输出端并接一个储能电容。

[0011] 与现有技术比较，本实用新型的优点是：

[0012] 1. 采用 Zigbee 无线网络的数据传输方式，来解决高压端与低电压系统的电位可靠隔离问题；

[0013] 2. 采用锂电池和储能电容的电源方案，并通过低功耗单片机控制 Zigbee 无线通信模块是否进入工作状态，藉此最大限度的降低电能消耗，延长无线温度传感器的使用寿命；

[0014] 3. 无线温度传感器的输出是数字信号，通过串行总线直接与 CPU 接口，相对于热电偶、热电阻等模拟量输出的传感器，无需校验，无需修正，因此稳度性极高。

附图说明

[0015] 图 1 是本实用新型的电路模块结构示意图；

[0016] 图 2 是本实用新型单片机的实施例线路图；

[0017] 图 3 是本实用新型随机电源的实施例线路图；

[0018] 图 4 是本实用新型电子开关电路和 Zigbee 无线通信模块的实施例线路图；

[0019] 图 5 是本实用新型温度传感器的实施例线路图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本实用新型做进一步说明。

[0021] 图 1 中，本实用新型技术方案的超低功耗的无线测温传感器，包括温度传感器 S1、单片机 U1 和无线发射模块 Z1，其特征是：设置一随机电源，为温度传感器、单片机和无线发射模块提供电源；所述的随机电源包括锂电池 B1。

[0022] 所述的单片机为低功耗单片机；所述的无线发射模块为 Zigbee 无线通信模块。

[0023] 所述的低功耗单片机通过串行总线与温度传感器的信号输出端连接，并经串行总线与 Zigbee 无线通信模块的信号输入端连接；

[0024] 所述低功耗单片机的电源输入端与锂电池的电源输出端对应连接；

[0025] 所述的低功耗单片机通过 I/O 端口与温度传感器的电源端连接；

[0026] 在 Zigbee 无线通信模块的电源输入端与锂电池的电源输出端之间，设置一电子开关电路；

[0027] 所述电子开关电路的输入端与锂电池的电源输出端对应连接，其输出端与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，所述电子开关电路的控制端与低功耗单片机的 I/O

端口连接。

[0028] 具体的，所述的电子开关电路包括 PMOS 开关管 D1，所述 PMOS 开关管 D1 的源极与锂电池的电源输出端对应连接，其漏极与 Zigbee 无线通信模块的电源输入端对应连接，其栅极与低功耗单片机的 I/O 端口连接。

[0029] 进一步的，所述的锂电池电源输出端并接一个储能电容 C1。

[0030] 由图可知，单片机 U1 为本系统的核心，其通过 I/O 管脚给温度传感器 S1 供电，并通过串行总线（SPI）读取温度传感器的实时温度值，当采集到的温度值与上次的采集值之差大于设定值时，单片机通过 I/O 脚控制，使开关管 D1（PMOS 开关）导通，从而给无线通信模块 Z1（Zigbee 模块）供电，并通过串行总线（SPI）将温度值通过无线的方式发送出去。

[0031] 主要芯片型号如下：

[0032] B1 为锂离子电池；

[0033] C1 为表贴钽电容，用来在发射瞬间提供大电流；

[0034] D1 为 PMOS 开关 TPS1100；

[0035] Z1 为 SZ05-ZBEE 系列 Zigbee 无线通信模块；

[0036] U1 为 Microchip 公司超低功耗单片机 PIC24F16KL402；

[0037] S1 为 ADI 公司数字温度传感器 ADT7410。

[0038] 本系统的温度传感器采用数字温度传感器，由于传感器的输出是数字信号，通过串行总线直接与 CPU 接口，相对于热电偶、热电阻等模拟量输出的传感器，无需校验，无需修正，因此稳度性极高。

[0039] Zigbee 设备为低功耗设备，其发射输出功率为 0 ～ 3.6dBm，通信距离通常为 30 ～ 70m，具有能量检测和链路质量指示能力，根据这些检测结果，设备可以自动调整发射功率，在保证通信链路质量的条件下，最低限度地消耗设备能量。

[0040] ZigBee 模块是针对块速、高效、稳定应用的产品开发而准备的模块，它将 ZigBee 芯片必须要外接的器件，以及高频走线等复杂过程隐藏起来，用户不需要了解射频知识，直接按照普通芯片的形式使用即可，大大的降低了 ZigBee 网络的硬件设计难度。

[0041] 关于 ZigbBee 模块，现在已经有很多成熟的市售产品，常见的 Zigbee 无线信号传输平台都是由一个 8 位或 16 位的单片机和 Zigbee 射频芯片组成。随着芯片设计的发展，目前出现了无线单片机，即将处理器模块和射频模块集成在同一个芯片中。Ti-Chipcon 公司的 CC2430 就是如此，CC2430 集成了 Zigbee 射频前端、ROM 和 8051 微控制器在一个芯片内，而且大小仅为 7mm×7mm，这样就使得设备集成度高、外围器件很少、外形很小；在接收和发射模式下，电流损耗分别低于 27mA 或 25mA，并且支持四种休眠机制，可以大大地降低功耗；CC2430 工作在 2.4GHz 的免费频段，而且芯片价格比较低廉，使用成本很低，所以 CC2430 很符合 Zigbee 无线数据信号传输网络平台的设计要求。

[0042] 关于各种 ZigBee 模块的具体工作原理和应用电路，可以参考各芯片 / 模块的生产厂商的产品资料，其还会提供各自芯片的标准应用电路和相应元件的优选参数，故其进一步的信息在此不再叙述。

[0043] 关于 ZigBee 无线网络模块的具体构建，亦可参考“嵌入式工控网”（www.embedcontrol.com）上 ZigBee 模块 ZICM2410 应用开发指南中的相关内容，在此不再叙述。

[0044] 由于无线温度传感器采用锂电池供电，为了延长电池寿命，电路设计中采取了超

低功耗的设计方法，主要包括如下几点：

[0045] （1）、系统选择了 Microchip 公司的超低功耗单片机作为核心，其在运行、睡眠状态下的功耗都达到了非常低的水平。

[0046] （2）、由于温度采集、无线发射部分的功耗很大，在设计上，采用定时机制，CPU 正常情况下处于超低功耗睡眠状态，并切断对温度传感器、无线发射模块部分的供电，使的静态功耗低于 0.7uA 以下。当定时时间到（默认时间 30 秒），CPU 唤醒，并进行温度采集，本次采集到的温度值与上一次温度值进行比较，如果超出设置的门槛值（默认 0.5 度）则打开无线发射模块部分的电源，发送数据，如果没超出门槛值，则累计 8 次再发送。

[0047] （3）、系统选择了超低功耗数字温度传感器，其典型功耗 7uW，供电通过 CPU 的 I/O 脚实现，只有进行温度采集时，才对其供电，其他时间不供电，因此不产生功耗。

[0048] （4）、无线发射模块是系统中功耗最大的部分，在不发送数据的情况下，其供电是切断的，不会产生功耗，系统软件上采用了变化越阀值立即上送、否则每 8 次发送 1 次，以在不影响数据更新的情况下最大限度降低功耗。

[0049] （5）、系统的锂电池、储能电容都选择了超低漏电的型号。

[0050] （6）、设置储能电容，用来在无线发射模块发射无线信号的瞬间提供大电流，减少锂电池的大电流工作时间，进一步延长其使用寿命。

[0051] 由于采用了上述一系列低功耗设计措施，使得系统的平均功耗可达到 2uA 以内，采用 1AH 的锂电池可运行 8 年以上（已经考虑了锂电池自放电的影响）。

[0052] 图 2 至图 5 中，给出了本实用新型单片机、随机电源、电子开关电路和 Zigbee 无线通信模块以及温度传感器的实施例线路图，由图可知，单片机 U1 通过 I/O 管脚给温度传感器 S1 供电，并通过串行总线（SPI）读取温度传感器的实时温度值，当采集到的温度值与上次的采集值之差大于设定值时，单片机通过 I/O 脚控制，使开关管 D1（PMOS 开关）导通，从而给无线通信模块 Z1（Zigbee 模块）供电，并通过串行总线（SPI）将温度值通过无线的方式发送出去。

[0053] 图中采用业内标准画法和标注，本领域的技术人员，应该可以毫无异义地理解和明白其含义，故各个元器件之间的具体连接关系在此不再详述，具体可参见图中的管脚标号和字母标注。

[0054] 由于本实用新型采用无线温度传感器对待监测点的温度进行监测，通过无线通信将温度数据对外，解决了高压端与低电压系统的电位可靠隔离问题；采用锂电池和储能电容的电源方案，并通过低功耗单片机控制 Zigbee 无线通信模块是否进入工作状态，藉此最大限度的降低电能消耗，延长无线温度传感器的使用寿命；通过串行总线直接与 CPU 接口，无需校验，无需修正，因此稳度性极高。

[0055] 本实用新型可广泛用于电力系统设备状态监测领域。

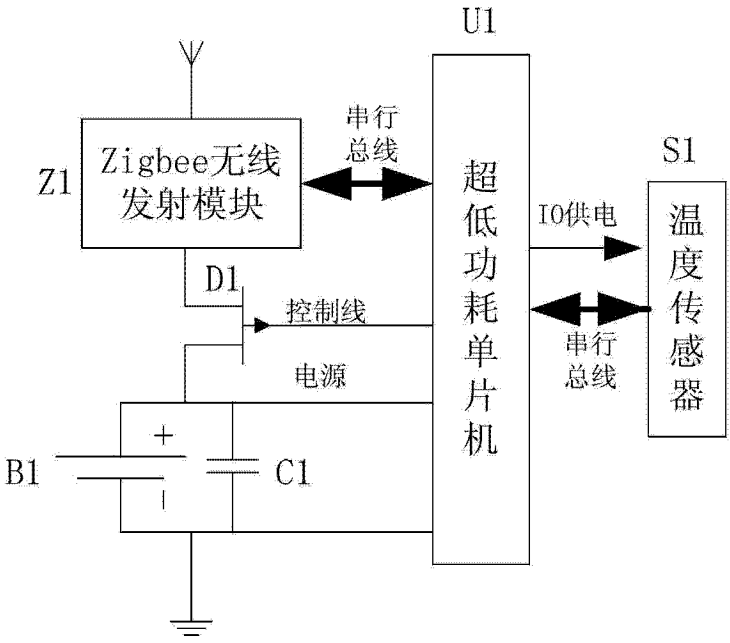

U1
Z1
Zigbee无线
发射模块
串行
总线
超
低
功
耗
单
片
机
IO供电
S1
温
度
传
感
器
D1
控制线
电源
串行
总线
B1
C1
+

图 1

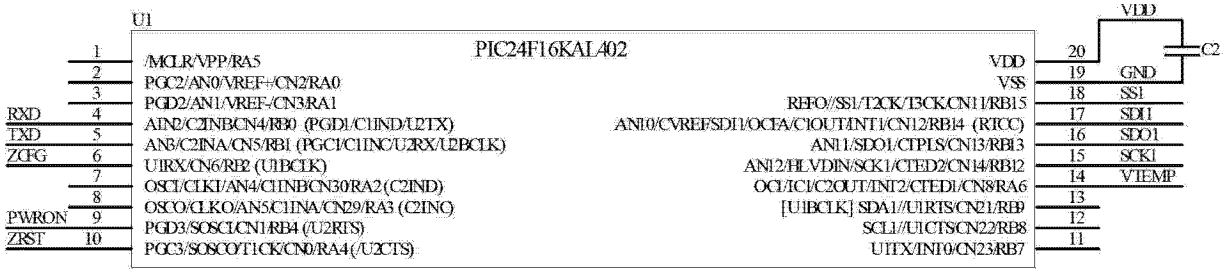

U1
PIC24F16KAL402
/MCLR/VPP/RA5
PGC2/AN0/VREF+/CN2/RA0
PGD2/AN1/VREF-/CN3/RA1
RXD
TXD
ZCFG
PWRON
ZRST
VDD
C2
GND
SS1
SDI1
SDO1
SCK1
VTEMP
VSS

图 2

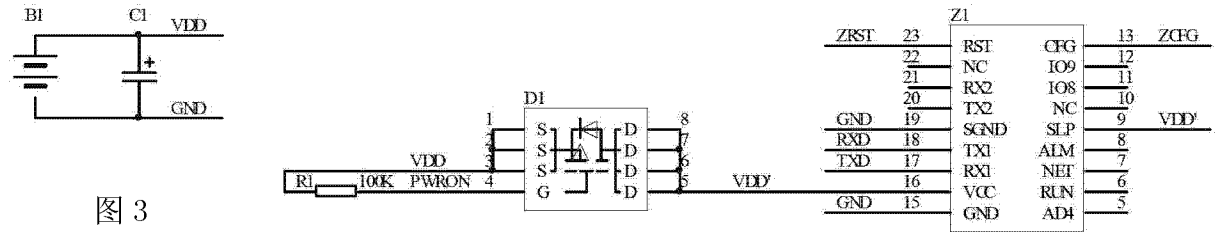

B1
C1
VDD
GND
D1
R1
100K
PWRON
Z1
ZRST
RXD
TXD
GND
ZCFG
VDD'
RST
NC
RX2
TX2
SGND
TX1
RX1
VCC
CFG
IO9
IO8
SLP
ALM
NET
RUN

图 3

图 4

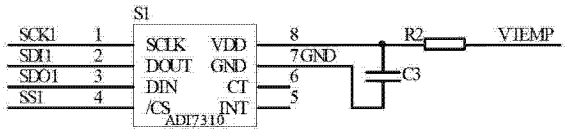

S1
SCK1
SDI1
SDO1
SS1
1
2
3
4
SCLK
DOUT
DIN
/CS
VDD
GND
CT
INT
ADI7316
8
7GND
6
5
R2
VTEMP
C3

图 5