



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106442869 B

(45)授权公告日 2019.01.04

(21)申请号 201610600044.7

(22)申请日 2016.07.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106442869 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 耿淑琴 高祥凯 何蕴良 彭晓宏

侯立刚 袁颖

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 沈波

(51)Int.Cl.

G01N 33/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105424889 A,2016.03.23,

CN 105738439 A,2016.07.06,

CN 202281766 U,2012.06.20,

CN 104122372 A,2014.10.29,

CN 203894184 U,2014.10.22,

CN 204066359 U,2014.12.31,

CN 204116308 U,2015.01.21,

CN 104777202 A,2015.07.15,

CN 105137007 A,2015.12.09,

CN 105510536 A,2016.04.20,

CN 204495792 U,2015.07.22,

CN 105445158 A,2016.03.30,

审查员 高树娟

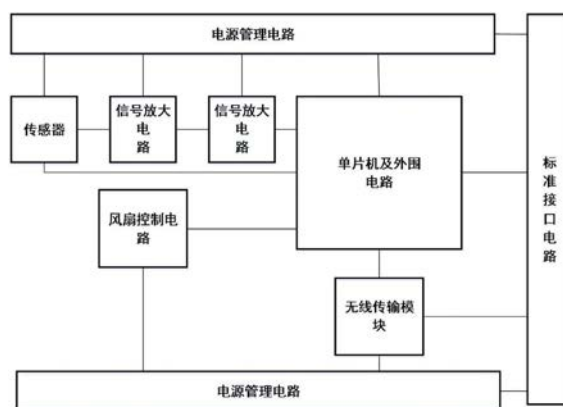
权利要求书2页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

低功耗智能SO₂传感器模块

(57)摘要

低功耗智能SO₂传感器模块,本发明的电路均采用高精度低功耗器件设计,系统可分为工作模式和低功耗模式。工作模式下绝大部分时间系统电流大小为2~3mA,无线发送数据时电流达到25mA,低功耗模式下电流<1mA,系统可采用电池供电。本发明可用来监测户外SO₂浓度,完成对nA级输出电流信号处理,测得SO₂精度可达5ppb。实现整个模块的系统包括单片机控制模块、电压管理模块、传感器模块、电源管理模块、信号放大电路模块、ADC模拟输入滤波电路模块、无线传输模块、风扇控制模块、单片机外围电路模块和标准接口模块。单片机控制模块能够自动采集传感器数据,并根据智能化处理结果协调各模块工作。标准接口包括JTAG接口、系统电源接口和UART接口,方便系统维护和开发。



1. 低功耗智能SO₂传感器模块,其特征在于:该模块包括单片机及其外围电路、电源管理电路、无线传输电路、信号放大电路、散热电路、ADC模拟输入滤波电路和标准接口、风扇控制电路;单片机及其外围电路、电源管理电路、信号放大电路、散热电路、无线传输电路、ADC模拟输入滤波电路和标准接口、风扇控制电路均设置在同一电路板上;

标准接口与电源管理电路、单片机和无线传输电路连接,电源管理电路分别与传感器、信号放大电路、单片机及其外围电路、风扇控制电路、无线传输电路相连,传感器、信号放大电路、单片机及其外围电路、风扇控制电路依次相连;

ADC模拟输入滤波电路设在信号放大电路与单片机及其外围电路之间;

该模块外接有风扇,风扇通过风扇控制电路与单片机及其外围电路连接,由单片机控制;传感器为高精度SO₂气体传感器;

电源管理电路用以提供电路板上各模块所需要的电压;信号放大电路主要是将SO₂传感器输出信号放大,然后经过ADC模拟输入滤波电路与单片机的ADC模拟输入管脚相连,单片机能够以相应的时间间隔采集电压数据,计算SO₂浓度并储存,并且能够定时将数据无线发送给协调器;当空气中SO₂浓度超过设定值时无线传输模块还会发送警示标志;通过控制小风扇间隔工作实现散热功能;

标准接口包括JTAG接口、UART接口;

系统工作在正常工作模式和低功耗工作模式下,系统上电复位以后,各个电路均正常工作,单片机首先采集电源电压信号,判断电池是否能维持系统正常工作,如果不能,则单片机控制其他电路关断电源,发送报警信息;在确定电源电压正常后,系统会采集SO₂浓度数据和温度,完成对SO₂浓度分析处理存储后,系统会关闭信号放大电路的电源,然后判断电路板温度,如果温度过高,则单片机控制散热风扇工作来降低温度,之后单片机会以更小时间间隔测电路板温度,当低于设定值时关闭风扇,风扇功耗为6mA,需要注意的是,无线传输数据时,系统功耗最高,为25mA,但持续时间非常短,为毫秒量级,而无线传输模块不工作时,CC2530进入休眠模式,电流为1mA,一般情况下电路板温度不会过高,散热单元不用工作,除去这两部分,系统工作的电流大约为2~3mA;如果温度正常,则单片机直接进入休眠模式,此时功耗最低,系统电流<1mA;

电路板外接3.3V和5V电源,3.3V提供数字电路部分电源;5V经过滤波后为信号放大电路中的放大器提供电源;5V电压还经过降压芯片降至2.5V,为传感器参考电压引脚以及工作电极提供参考电压,同时还经过电阻分压后为放大器的同相输入端提供参考电压;后者属模拟电路部分,电路板上模拟与数字部分分开布局 and 走线;

单片机外围电路包括电源滤波电路,ADC模拟输入管脚滤波电路,晶振电路和复位电路;风扇控制电路与单片机相连,用来控制风扇工作间隔和时间;

ADC模拟输入滤波电路由两个大小分别为0.1μF和10nF的电容组成;

风扇控制电路在电源与风扇回路中加入了一个NMOS管,通过单片机I/O口高低电平来控制MOS管导通与否,从而控制风扇工作。

2. 根据权利要求1所述的低功耗智能SO₂传感器模块,其特征在于:信号放大电路主体为两级高精度运放电路:第一级为跨阻放大电路,将传感器输出的nA级电流转换为电压;第二级为求和放大器,将前一级运放电路的输出信号转换为适合单片机数模转换量程的电压信号;号放大电路输出信号经过ADC模拟输入滤波电路与传感器和单片机相连,将传感器输出

信号放大后传递给单片机;此模块还包括一个电源控制电路,该电路由一个NMOS管和电阻组成,连接到电源和两级放大电路中,其中MOS管的栅极连接到单片机,这样能够由单片机I/O口控制MOS管的导通与否从而控制信号放大电路工作与否,达到降低功耗的目的。

3.根据权利要求1所述的低功耗智能SO₂传感器模块,其特征在于:无线传输模块包含CC2530、外围电路和天线电路。

低功耗智能SO₂传感器模块

技术领域

[0001] 本发明涉及空气监测领域,特别是采用电池供电的户外空气组份监测系统。

背景技术

[0002] 近些年来,随着我国经济的快速增长,环境污染日益严重,尤其是空气质量问题,受到社会各界的广泛关注。在大气中,二氧化硫会氧化而成硫酸雾或硫酸盐气溶胶,是环境酸化的重要前驱物。大气中二氧化硫浓度在0.5ppm以上对人体已有潜在影响;在1~3ppm时多数人开始感到刺激;在400~500ppm时人会出现溃疡和肺水肿直至窒息死亡。此外,二氧化硫与大气中的烟尘协同作用还会对人体造成危害。因此,对空气中SO₂含量进行监测显得非常重要。

[0003] 空气中SO₂含量极低向常规技术提出挑战。高精度的气体监测仪器多被美国、英国、意大利等国垄断,价格昂贵。现阶段国内空气监测站多使用国外进口的空气监测系统,价格十几万元至一百万元不等,英国单种气体传感器模块每个也达数千元。并且以上的空气监测系统或传感器模块耗电量大,且为有线连接,监测区域有限,不能广泛应用,而且其输出接口不统一,不利于户外空气监测。为了克服以上缺点,本发明完成了一种精度高、功耗低、能够实现自组网进行无线传输的低功耗智能SO₂传感器模块。

[0004] 本模块采用高精度SO₂气体传感器;采用两级高精度放大电路对输出信号进行处理,克服了传感器输出信号非常微弱的困难;利用单片机进行自动数据采集转换并储存;本模块还集成了常用的标准接口,方便调试与维护;此外,本模块还扩展了无线传输模块,有利于组建无线传感器网络。本模块全部采用低功耗器件进行设计,极大的降低了系统功耗。本设计适用于电池供电的户外 SO₂浓度监测应用等。

[0005] 为此,本发明完成了一种智能低功耗智能SO₂传感器模块。

发明内容

[0006] 为克服电化学SO₂传感器输出信号小、对外接口不统一、现有空气监测模块耗电量大、价格昂贵的问题,本发明完成了一种低功耗智能SO₂传感器模块设计。该系统采用电池供电,功耗低,精度高,还集成了无线传输模块,适用于无线传感器网络的组建。

[0007] 本发明可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 低功耗智能SO₂传感器模块,该模块包括单片机及其外围电路、无线传输电路、电源管理电路、电源电压监测电路、信号放大电路、散热电路、ADC模拟输入滤波电路和标准接口、风扇控制电路。单片机及其外围电路、电源管理电路、信号放大电路、散热电路、无线传输电路、ADC模拟输入滤波电路和标准接口、风扇控制电路均设置在同一电路板上。

[0009] 标准接口与电源管理电路、单片机、无线传输模块连接;电源管理电路分别与传感器、信号放大电路、单片机及其外围电路、风扇控制电路、报警电路和无线传输模块相连;传感器、信号放大电路、ADC模拟输入滤波电路、单片机及外围电路和风扇控制电路依次相连;无线传输模块与单片机、电源管理电路、标准接口相连。

[0010] 电源管理电路提供电路板上各模块所需要的电压;信号放大电路主要是将 SO_2 传感器输出信号放大,然后经过ADC模拟输入滤波电路与单片机的ADC 模拟输入管脚相连,单片机能够以一定的时间间隔采集电压数据,计算 SO_2 浓度并储存;无线传输模块定时发送气体浓度信息,当空气中 SO_2 浓度超过设定值时无线传输模块还会发出警示信息。

[0011] 与现有技术相比本发明可以获得以下有益效果。

[0012] 本发明与目前各类 SO_2 浓度监测相比,功耗低,大部分时间工作电流可降至1~2mA;精确度高,可测量的 SO_2 浓度精度可达到5ppb;本发明还具有成本低,体积小,重量轻,方便携带的特点。

附图说明

[0013] 图1为本发明的结构原理图;

[0014] 图2为本发明电路板结构框图;

[0015] 图3为本发明系统工作模式框图;

[0016] 图4为本发明的电源管理电路原理框图;

[0017] 图5为本发明的信号放大电路的原理框图;

[0018] 图6为本发明的单片机及其相关外围电路和风扇控制电路原理框图;

[0019] 图7为本发明的无线传输模块的原理框图。

具体实施方式

[0020] 以下将结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0021] 图1为本发明的结构原理图,本发明所用的单片机为德州仪器的低功耗芯片MSP430F149。本发明按照该MCU数据手册的要求和传感器供应商提供的传感器一体板样板进行相应电路原理图设计,然后绘制印刷电路板。由于单片机部分为数字电路,而传感器信号放大电路以及电源电路为模拟电路,因此两部分在印制电路板上是分开布局的。

[0022] 整个结构的框图如图2所示,标准接口包括JTAG接口、UART接口,电源接口电路,方便电路板与其他电路通信以及调试和系统维护。

[0023] 图3为模块的系统工作模式框图。系统工作在正常工作模式和低功耗工作模式下。系统上电复位以后,各个电路均正常工作,单片机首先采集电源电压信号,判断电池是否能维持系统正常工作,如果不能,则单片机控制其他电路关断电源,无线传输模块发送电源报警信息;再确定电源电压正常后,系统会采集 SO_2 浓度数据和温度,完成对 SO_2 浓度分析处理存储后,系统会关闭信号放大电路的电源,然后判断电路板温度,如果温度过高,则单片机控制散热风扇工作来降低温度,之后单片机会以更小时间间隔测电路板温度,当低于设定值时关闭风扇,无线传输模块收发数据时工作电流为25mA左右,其他时间电流大约为1mA,风扇工作时的功耗大约为6mA,需要注意的是,无线模块发送数据时间非常短,一般情况下电路板温度不会过高,散热单元不用工作,因此系统绝大部分时间工作电流大约为2~3mA;如果温度正常,则单片机直接进入休眠模式,此为低功耗工作模式,此时功耗最低,系统电流<1mA。

[0024] 图4为电源管理电路原理框图。电路板提供3.3V和5V电源接口,3.3V提数字电路部分电压,包括单片机以及无线传输模块中的CC2530芯片;5V经过滤波后为信号放大电路中

的放大器和风扇提供电源;5V电压还经过降压芯片降至2.5V,为传感器参考电压引脚以及工作电极提供参考电压,同时还经过电阻分压后为放大器的同相输入端提供参考电压。

[0025] 图5为信号放大电路原理框图。信号放大电路主体为两级高精度运放电路:第一级为跨阻放大电路,将传感器输出的nA级电流转换为电压;第二级为求和放大器,将前一级运放电路的输出信号转换为适合单片机数模转换量程的电压信号。号放大电路输出信号经过ADC模拟输入滤波电路与传感器和单片机相连,将传感器输出信号放大后传递给单片机;此模块还包括一个电源控制电路,该电路由一个NMOS管和电阻组成,连接到电源和两级放大电路中,其中MOS管的栅极连接到单片机,这样能够由单片机I/O口控制MOS管的导通与否从而控制信号放大电路工作与否,达到降低功耗的目的。

[0026] 图6为本发明的单片机外围电路原理框图,其中单片机外围电路包括电源滤波电路,ADC模拟输入管脚滤波电路,晶振电路和复位电路。单片机还与风扇控制电路和无线传输模块相连,能够控制风扇工作和数据无线发送。

[0027] 电源滤波电路由0.1uF电容组成;ADC模拟输入滤波电路由两个大小分别为0.1uF和10nF的电容组成。

[0028] 风扇控制电路在电源与风扇回路中加入了一个NMOS管,通过单片机I/O口高低电平来控制MOS管导通与否,从而控制风扇工作,风扇控制电路提供了风扇接口。

[0029] 图7为本发明的无线传输模块的原理框图。CC2530是TI公司为ZigBee应用推出的一个真正的片上系统解决方案,能够以非常低的总的材料成本构建强大的网络节点,并且不用的运行模式使其适应于低功耗系统设计。无线传输模块包含CC2530芯片、外围电路和天线电路。外围电路包含电源滤波电路、复位电路和晶振电路,本模块使用的天线电路传输距离约为100m。

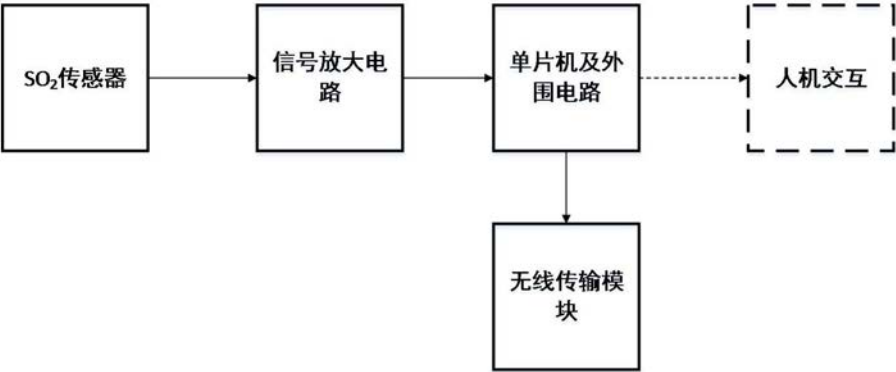


图1

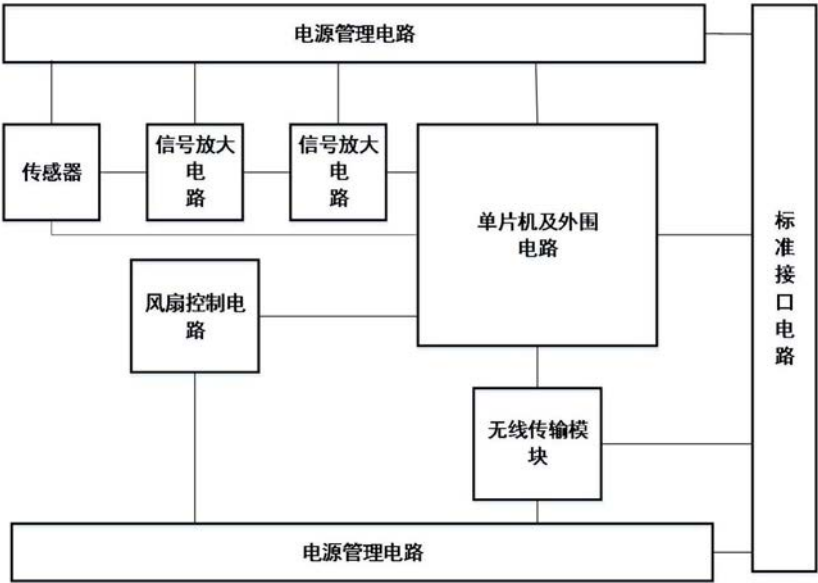


图2

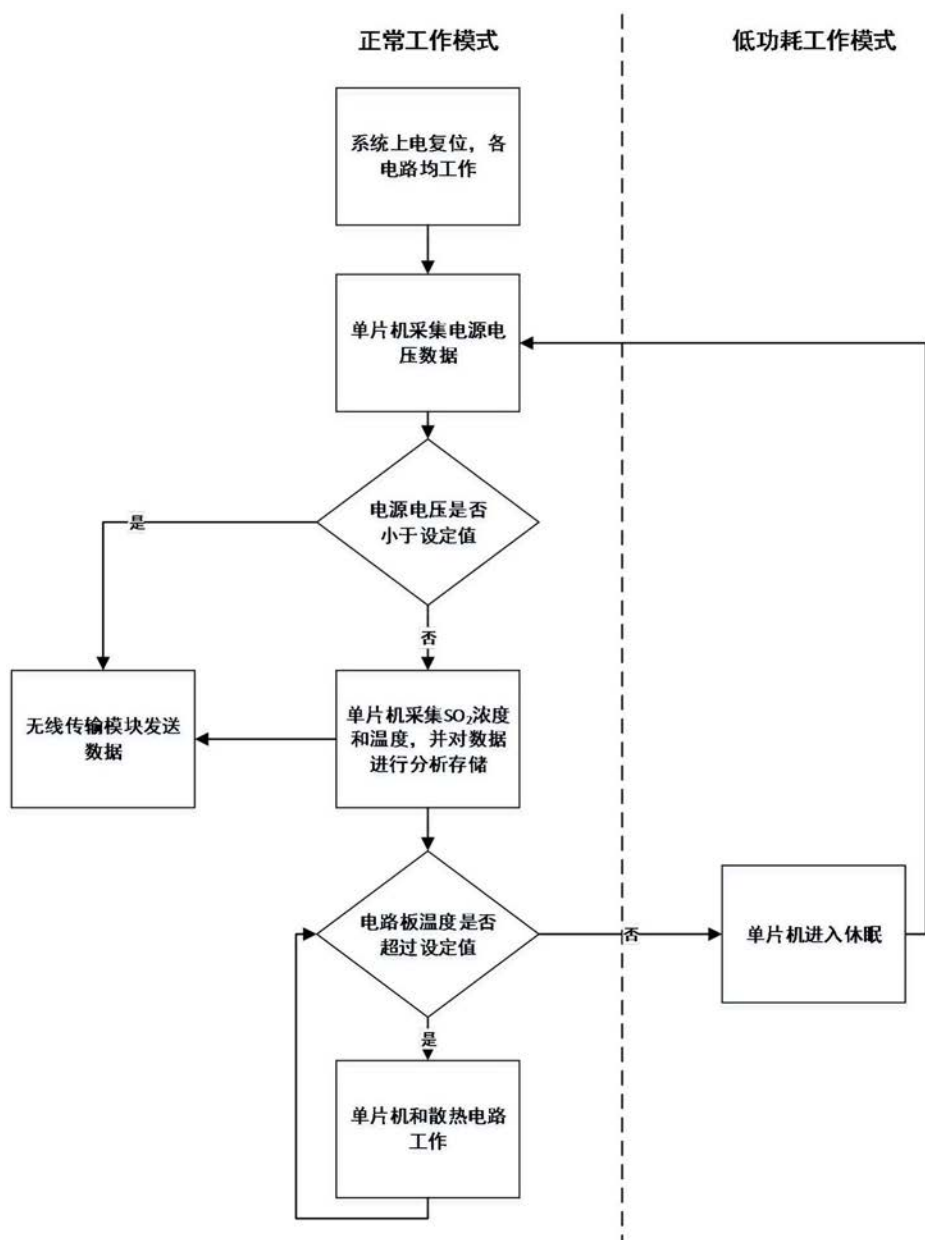


图3

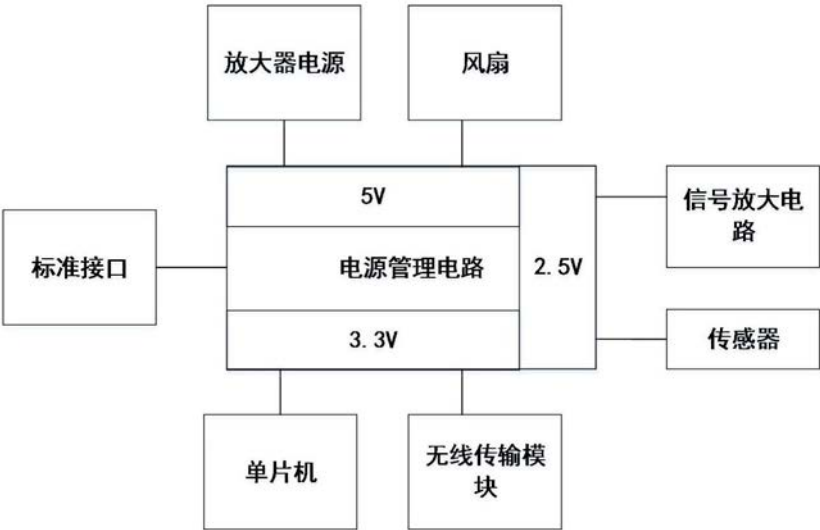


图4

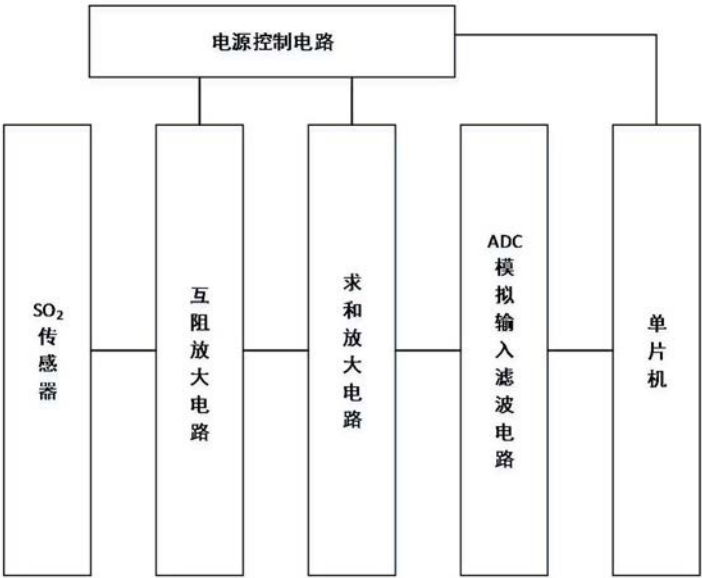


图5

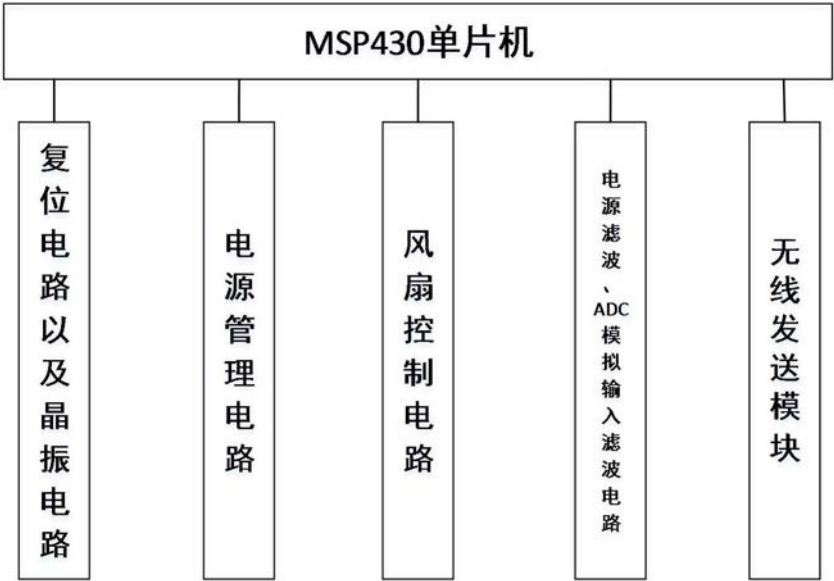


图6

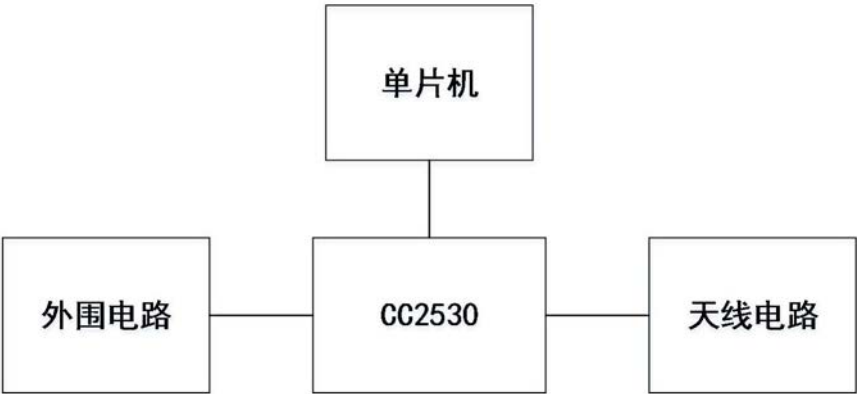


图7