

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810055883.0

[51] Int. Cl.

G08C 17/00 (2006.01)

G08C 17/02 (2006.01)

G01M 3/00 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

[43] 公开日 2008年7月9日

[11] 公开号 CN 101216987A

[22] 申请日 2008.1.11

[21] 申请号 200810055883.0

[71] 申请人 中国安全生产科学研究院

地址 100029 北京市朝阳区惠新西街17号

[72] 发明人 吴宗之 魏利军 桑海泉 刘骥
多英全 关磊 方来华 康荣学
聂剑红

[74] 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所
代理人 廖元秋

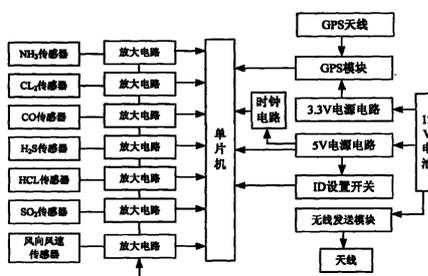
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

[54] 发明名称

化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪

[57] 摘要

本发明涉及一种化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪，属于安全生产监控与应急救援技术领域，它包括风向、风速传感器、至少一种以上的毒性气体传感器及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS模块、无线发送模块及其天线、ID设置开关、电源及电源转换电路；各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连，各放大电路输出端与所述单片机的AD转换接口连接，风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机连接，GPS模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连，电源与电源转换电路相连。本发明可以实现化学品泄漏事故应急救援现场风向、风速及多种毒性气体的浓度检测，并将检测结果定时发送到远端的应急指挥中心，更好地保障人民的生命与财产安全。



1、一种化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪，其特征在于：它包括风向、风速传感器、至少一种以上的毒性气体传感器及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS 模块、无线发送模块及其天线、ID 设置开关、电源及电源转换电路；其连接关系为：所述各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连，各放大电路输出端与所述单片机的 AD 转换接口连接，所述风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机的 PB 和 PC 口连接，所述 GPS 模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连，所述电源与电源转换电路相连。

2、如权利要求 1 所述的检测仪，其特征在于，所述单片机外围电路包括：风速检测电路、风向检测电路、GPS 模块电路、ID 设置电路、单片机晶振电路、AD 转换基准电压电路，其中，风速检测电路与所述风速传感器相连，风向检测电路与所述风向传感器相连，GPS 模块电路与 GPS 模块相连，ID 设置电路与 ID 设置开关相连。

3、如权利要求 1 所述的检测仪，其特征在于，所述电源采用 12V 电池，所述电源转换电路与电源输出端相连并转换成 5V 和 3.3V 电源；所述单片机及其时钟电路与 5V 电源相连，所述 GPS 模块与 3.3V 电源相连，所述无线发送模块、传感器及其放大电路与 12V 相连。

4、如权利要求 1 所述的检测仪，其特征在于，所述毒性气体传感器包括： NH_3 气体传感器、 Cl_2 气体传感器、CO 气体传感器、 H_2S 气体传感器、HCL 气体传感器、 SO_2 气体传感器之中一种以上任意组合。

5、一种化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪网络，其特征在于：该网络由多个布置于应急救援现场的无线毒性气体检测仪和与上述各检测仪进行无线通信的应急指挥中心组成，所述检测仪包括风向、风速传感器、至少一种以上的毒性气体传感器及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS 模块、无线发送模块及其天线、ID 设置开关、电源及电源转换电路；其连接关系为：所述各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连，各放大电路输出端与所述单片机的 AD 转换接口连接，所述风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机的 PB 和 PC 口连接，所述 GPS 模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连，所述电源与电源转换电路相连；所述应急指挥中心包括应急指挥主机和与之相连的无线接收模块；各检测仪对化学品泄漏事故现场各点的浓度和风向风速进行实时监测，并主动将信息发送到应急指挥中心；并利用其 GPS 模块获取的精确授时信息作为定时发送的基准，实现信息发送的同步，气体检测仪根据自身 ID 号和发送周期确定信息发送时机；应急指挥中心利用无线接收模块接收各检测仪发送来的信息，并传给应急指挥主机，应急指挥主机对各监测点的气体浓度、风向、风速等信息进行，并利用气体扩散模型估算气体扩散范围，确定人员疏散范围和人员疏散路径。

化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪

技术领域

本发明属于安全生产监控与应急救援技术领域，特别涉及用于检测化学品泄漏事故现场风向风速与毒性气体浓度，并通过无线自动向应急救援指挥中心发送这些信息的气体检测仪。

技术背景

随着石油化学工业的发展，易燃、易爆、有毒气体的种类和应用范围都得到了增加。这些气体在生产、运输、使用过程中一旦发生泄漏，将会引发中毒、火灾甚至爆炸事故，严重危害人民的生命和财产安全。由于气体本身存在的扩散性，发生泄漏之后，在外部风力和内部浓度梯度的作用下，气体会沿地表面扩散，在事故现场形成燃烧爆炸或毒害危险区，扩大危害区域。在化学品泄漏事故发生后，事故处置将围绕采样检测、确定警戒区域、组织危险区域内群众撤离、抢救中毒人员、堵漏、洗消等方面展开。进行处置的第一个方面应该是利用气体检测设备快速建立应急监测系统，迅速准确识别泄漏气体种类、泄漏气体浓度及现场风向风速，为确定人员疏散范围和疏散路径提供依据。但是，目前虽然已有用于气体浓度监测的便携式检测设备，但大多只能对单一气体进行检测，用于化学品泄漏事故现场风向风速和多种气体浓度监测的复合检测设备基本处于空白状态，事故发生以后也无法及时获取事故现场的相关信息，严重影响应急救援工作的顺利开展，容易造成重大财产损失和人员伤亡事故。

发明内容

本发明的目的是为克服已有技术的不足之处，设计出一种化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪，可对泄漏现场气体浓度分布、风向风速进行检测，为确定人员疏散范围和疏散路径提供依据，大大提高化学品泄漏事故处置的工作效率和安全性。

本发明提出的化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪，其特征在于：它包括风向、风速传感器、至少一种以上的毒性气体传感器及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS模块、无线发送模块及其天线、ID设置开关、电源及电源转换电路；其连接关系为：所述各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连，各放大电路输出端与所述单片机的AD转换接口连接，所述风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机的PB和PC口连接，所述GPS模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连，所述电源与电源转换电路相连。

所述该单片机外围电路包括：风速检测电路、风向检测电路、GPS模块电路、ID设

置电路、单片机晶振电路、AD 转换基准电压电路。

所述电源采用 12V 电池,所述电源转换电路与电源输出端相并将连转换成 5V 和 3.3V 电源;单片机及其时钟电路采用 5V 电源供电, GPS 模块采用 3.3V 电源供电,无线发送模块、传感器及其放大电路采用 12V 供电。

所述毒性气体传感器可包括 NH_3 气体传感器、 Cl_2 气体传感器、CO 气体传感器、 H_2S 气体传感器、HCL 气体传感器、 SO_2 气体传感器。

本发明的工作过程为:

使用本发明时,首先打开 ID 设置开关,设置本检测仪的 ID 号,然后打开电源开关, GPS 指示灯闪烁; GPS 指示灯熄灭后,表示 GPS 模块定位成功,工作正常。本发明的时钟电路为系统提供时间信息; 12V 电池为设备提供电源; 风向风速传感器用于检测现场风向风速; 气体传感器 (NH_3 、 Cl_2 、CO、 H_2S 、HCL、 SO_2) 及其放大电路用于检测六种气体的浓度,传感器输出信号与其周围的气体含量成正比,放大电路对传感器的输出信号进行放大,并将其转化成标准的 4~20mA 信号,单片机定时对这些信号进行采集,经运算后转换成与所测相对应的值;单片机将风向风速、气体浓度、GPS 定位信息及机器 ID 号编码后,通过无线发送模块发送到应急救援中心。

本发明还提出一种化学品泄漏事故应急无线毒性气体检测仪网络,其特征在于:该网络由多个布置于应急救援现场的无线毒性气体检测仪和与所述各检测仪进行无线通信的应急指挥中心组成,所述检测仪包括风向、风速传感器、至少一种以上的毒性气体传感器及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS 模块、无线发送模块及其天线、ID 设置开关、电源及电源转换电路;其连接关系为:所述各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连,各放大电路输出端与所述单片机的 AD 转换接口连接,所述风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机的 PB 和 PC 口连接,所述 GPS 模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连,所述电源与电源转换电路相连;所述应急指挥中心包括应急指挥主机和与之相连的无线接收模块;各检测仪对化学品泄漏事故现场各点的浓度和风向风速进行实时监测,并主动将信息发送到应急指挥中心;并利用其 GPS 模块获取的精确授时信息作为定时发送的基准,实现信息发送的同步,气体检测仪根据自身 ID 号和发送周期确定信息发送时机;应急指挥中心利用无线接收模块接收各检测仪发送来的信息,并传给应急指挥主机,应急指挥主机对各监测点的气体浓度、风向、风速等信息进行,并利用气体扩散模型估算气体扩散范围,确定人员疏散范围和人员疏散路径。

本发明的特点及效果:

本检测仪适合于对化学品泄漏事故现场的风向风速和气体浓度进行实时监测,并无线发送到应急救援中心;且可将多个上述检测仪布置于事故现场,组成无线网络,对事故现场各点的浓度和风向风速进行实时监测,为确定人员疏散范围和疏散路径提供依据,大大提高化学品泄漏事故处置的工作效率和安全性,对于控制事故损失具有重要的作用。

假设由 N 个气体检测仪组成无线网络向应急指挥中心传送现场数据,则各气体检测仪

利用 GPS 模块获取的精确授时信息作为定时发送的基准, 实现信息发送的同步, 气体检测仪根据 ID 号和发送周期确定信息发送时机。假设信息发送基准时间为 t_0 , 信号发送周期为 T 秒, 则 ID 号为 n 的气体检测仪信息发送时机为 $t_0+n*(T/N)$ 。

附图说明

图 1 为本发明的总体结构框图。

图 2 为本发明的实施例的电路图; 其中,

图 2(a)为 5V 电源转换电路图;

图 2(b)为 3.3V 电源转换电路图,

图 2(c)为单片机外围电路图图。

图 3 为本发明的实施例的工作流程图。

具体实施方式

本发明设计的应急无线气体检测仪结合附图及实施例详细描述如下:

本发明实施例的总体结构如图 1 所示, 本检测仪包括风向风速传感器、六种毒性气体传感器 (NH_3 、 CL_2 、 CO 、 H_2S 、 HCL 、 SO_2) 及其放大电路、单片机及其外围电路、GPS 模块及其 GPS 天线、无线发送模块及其天线、ID 设置开关、12V 电池电源、5V 电源转换电路及 3.3V 电源转换电路; 其连接关系为: 其连接关系为: 所述各毒性气体传感器输出端与其放大电路输入端相连, 各放大电路输出端与所述单片机的 AD 转换接口连接, 所述风速风向传感器的风速、风向输出端口分别与单片机的 PB 和 PC 口连接, 所述 GPS 模块、无线发送模块以及电源转换电路均与单片机相连, 所述电源与电源电压转换电路相连。

本实施例检测仪各部件的功能分别说明如下:

本实施例总电源采用深圳市威智达光电科技有限公司 12V 镍氢充电电池, 主要技术参数: 电压, 12V; 容量, 10000mAh; 体积, 2.5" H x 2.5" W x 6.3" L; 重量, 3.5 Lb。

通过电源转换电路转换成 5V 和 3.3V 电源; 单片机及其时钟电路采用 5V 电源供电, GPS 模块采用 3.3V 电源供电, 无线发送模块、传感器及其放大电路采用 12V 供电。

本实施例的 5V 电源转换电路如图 2(a)所示, 采用 7805 芯片及分别与该 7805 芯片的输入端、输出端相连的 12V 电源稳压、滤波电路单元和+5V 信号滤波电路单元, 该 7805 芯片将总电源 12V 电压转换成 5V 电压, 为单片机供电; 该电源稳压、滤波电路单元由依次相连的二极管 D1、保险丝 D2、电感 L1 及电容 C1、C2 和 C3 组成, 对 12V 信号进行稳压、滤波后送给 7805 芯片进行转换; 该+5V 信号滤波电路单元由依次相连的电容 C4、C5、电阻 R2、LED D3、电感 L2 及电容 C6、C7 组成, 对 7805 芯片输出的+5V 信号进行滤波。

本实施例的 3.3V 电源转换电路如图 2(b)所示, 采用 3002 芯片及与其输出端相连的由电容 C41、C42 组成; 该转换电路将 5V 电压转换成 3.3V 电压, 为 GPS 模块供电。其中, 3002 芯片将输入的+5V 信号转换成 3.3V 信号, 其输出端 OUT 的电容 C41、C42 组成的电

路对 3002 芯片输出的 3.3V 信号进行滤波。

本实施例的风向风速传感器采用辽宁锦州阳光的 EC-9X(S)风速风向传感器，主要技术参数：工作电压，DC12V；启动风速， ≤ 0.4 m/s；风速输出信号形式，脉冲（频率）信号；风速精确度， $\pm(0.3+0.03V)$ m/s；风速测量范围，0~70 m/s；风向测量范围，0~360°；风向测量精度， $\pm 3^\circ$ ；风向输出信号形式，七位格雷码。

本实施例的六种毒性气体传感器（NH₃、CL₂、CO、H₂S、HCL、SO₂）及其放大电路：采用深圳市富安达智能科技有限公司的 membrapor 电化学气体传感器，放大电路输出 4~20mA 标准信号；传感器主要技术参数如下：

NH₃ 传感器：测量范围，0~1000ppm；最大负载，2000ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出信号： 25 ± 8 nA/ppm；分辨率：4 ppm。

CL₂、传感器：测量范围：0~20ppm；最大负载：200ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出信号， -1000 ± 250 nA/ppm；分辨率，0.1 ppm。

CO 传感器：测量范围，0~1000ppm；最大负载，2000ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出信号， 70 ± 15 nA/ppm；分辨率，1 ppm。

H₂S 传感器：测量范围，0-200 ppm；最大负荷，500 ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出， 370 ± 80 nA/ppm；分辨率，0.25 ppm。

HCL 传感器：测量范围，0~20ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出信号， 450 ± 150 nA/ppm；分辨率：0.2 ppm。

SO₂ 传感器：测量范围，0~100ppm；最大负载，500ppm；工作寿命，空气中 2 年；输出信号， 370 ± 70 nA/ppm；分辨率：0.5ppm。

(4) GPS 模块：采用 SkyNav GM25，主要技术参数：频率，L1, 1575.42 MHz；C/A 码，1.023 MHz；通道，12 Channels；跟踪灵敏度，-160dBm；捕获灵敏度，-148dBm；定位准确性，10m @2DRMS；数据刷新率，1Hz。

本实施例的无线发送模块采用深圳市华奥通通信技术有限公司的 HAC-HN 数传模块，主要技术参数：工作电压，12V；波特率，1200/2400/4800/9600/19200/38400bps 可选；频段，433MHz；视距距离，6000m@2400bps, 3000m@19200bps；输出功率，37dBm(5w)；频率稳定度， ± 2.5 PPM；网络拓扑，点对点，点对多点。

本实施例的无线接收模块采用深圳市华奥通通信技术有限公司的 HAC-LM 模块，主要技术参数：工作电压，4.75~5.5VDC；波特率，1200/2400/4800/9600/19200/38400bps 可选；频段，433MHz；输出功率，500mW；网络拓扑，点对点，点对多点。

本实施例的应急指挥主机采用联想 ThinkPad X61，主要技术参数：CPU 类型，Intel 酷睿 2 双核 T7100(1.8GHz)；最高主频，1800MHz；内存大小，512MB；硬盘大小，80GB；屏幕尺寸，12.1 英寸；笔记本重量，1430g。

本实施例的 ID 设置开关采用慈溪市网通电子有限公司 4 位 DIP 开关 WT11-SMT-04，可以设置 ID 范围为 0~15，主要技术参数：操作力，最大 1000g；推钮行程：2.0mm；电器

寿命, 每个开关在电压 24VDC 与电流 25mA 之下测试, 可来回拨动 2000 次。

本实施例的单片机, 以及单片机通过外围电路与各部件的连接关系如图 2(c)分别说明如下:

单片机: 为本发明的核心器件, 在它的控制下, 完成数据采集、编码和发送等, 本实施例采用 Atmel 公司的 AVR ATmega16 单片机, 主要技术参数: 工作电压, 2.7 - 5.5V; 数据吞吐率, 1 MIPS/MHz; 系统内可编程 Flash, 16K 字节; EEPROM, 512 字节; 擦写寿命, 100000 次; 片内 SRAM, 1K 字节; 两个具有独立预分频器和比较器功能的 8 位定时器/计数器; 一个具有预分频器、比较功能和捕捉功能的 16 位定时器/计数器; 8 路 10 位 ADC; 两个可编程的串行 USART; 6 种睡眠模式, 空闲模式、ADC 噪声抑制模式、省电模式、掉电模式、Standby 模式以及扩展的 Standby 模式。

风速检测电路: 由电感 L6、电容 C31、C32、C50、电阻 R20 及 J11 接口组成, 其中, 电感 L6 的一端与 5V 电源相连, 另一端与电容 C31、C32 的一端同连接在 J11 接口的节点 2 上, 电容 C31 的另一端接地; 电容 C32 的另一端连接在 J11 接口的节点 1 上, 电容 C50 一端通过电阻 R20 连接在 J11 接口的节点 3 上, 电容 C50 的另一端接地; 风速检测电路通过 J11 接口与风速风向传感器连接, 并与单片机 PB0 和 PB1 端口连接。

风向检测电路: 由电阻 R21~R28、电容 C28、C29、C33~C40、电感 L5 及 J10 接口组成, 其中, 各电阻 R21~R28 的一端和各电容 C33~C40 的一端分别与单片机的 19~26 端口相连, 各电阻 R21~R28 的另一端与 J10 接口的 1~8 节点相连, 各电容 C33~C40 的另一端接地; 电容 C28、C29 和电感 L5 的一端均与 J10 接口的 1 节点相连, 电容 C28、C29 的另一端与 J10 接口的 9 接地节点相连, 电感 L5 的另一端接+5V 电源。风速风向传感器通过 J10 接口与风速检测电路连接。

单片机晶振电路: 由晶振 X1, 7.3728MHz 和分别连在其两端的电容 C8、C9 构成, 通过 XTAL1 和过 XTAL2 端口与单片机连接, 为单片机提供震荡信号。

AD 转换基准电压电路: 由电容 C10、C11 和电感 L3、L4 构成, 分别与单片机的 AREF、GND、AVCC 端口连接, 该电路提供 AD 转换所需的基准电压信号。

无线发射模块接口: 无线发射模块通过 J12 接口 (DB9 型串口) 与单片机 PD2 端口连接, 单片机通过 PD2 端口将待发送信息传往无线发送模块。

ISP 在线编程接口: J16 是在线编程接口, 该接口与单片机的 PB5~PB7 及 $\overline{\text{RESET}}$ 端口连接, 实现单片机程序的下载和在线调试。

GPS 模块电路: 由电阻 R29、R30 和接口 J13 构成, 该接口的 4、5 节点与 3.3V 电源相连, 1 节点通过电阻 R29 与单片机的 PD0 和 PD1 端口与单片机连接, 电阻 R30 一端接地, 另一端与 1 节点相连; GPS 模块通过接口与单片机相连, 该电路为单片机提供 GPS 定位信号。

④ID 设置电路: 电阻 R33~R36 构成, 其中, 各电阻 R33~R36 的一端与四位 ID 设置开关相连, 另一端与单片机的 PD2~PD5 端口相连, 通过该电路可以对检测仪的 ID 号进行

设置。

本发明的单片机的工作流程如图3所示，包括以下步骤：

- (1) 单片机上电，GPS模块、Flash、SRAM、EEPROM及存储器各变量初始化（信息数 $n=0$ ）；
- (2) 等待GPS模块定位；
- (3) 判断GPS信号是否有效，如果GPS信号有效，则转(4)，如果GPS信号无效，则转(3)；
- (4) 读取GPS数据，转换纬度、经度、海拔高度及时间信息；校正时间参数，同步定时。
- (5) 读取风速、风向、气体浓度信息；对信息进行编码；
- (6) 计算发射起始时间，定时等待；如果定时时间到，则转(7)；
- (7) 发送信息，信息计数 $n=n+1$ ；如果 $n>256$ ，则 $n=0$ ，转(3)；如果 $n<256$ ，则转(5)。

在实际使用中，本发明可以将上述多个气体检测仪（本实施例为16个）布置于应急救援现场，与远端的应急指挥中心组成无线网络，所述应急指挥中心包括应急指挥主机和与之相连的无线接收模块；各检测仪对化学品泄漏事故现场各点的浓度和风向风速进行实时监测，并主动将信息发送到应急指挥中心；并利用其GPS模块获取的精确授时信息作为定时发送的基准，实现信息发送的同步，气体检测仪根据自身ID号和发送周期确定信息发送时机；应急指挥中心利用无线接收模块接收各检测仪发送来的信息，并传给应急指挥主机，应急指挥主机对各监测点的气体浓度、风向、风速等信息进行，并利用气体扩散模型估算气体扩散范围，确定人员疏散范围和人员疏散路径。

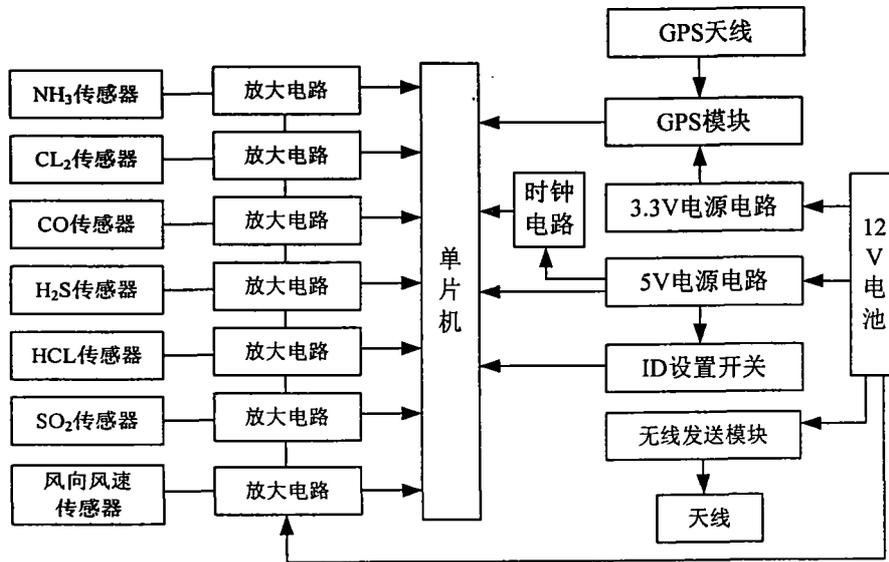
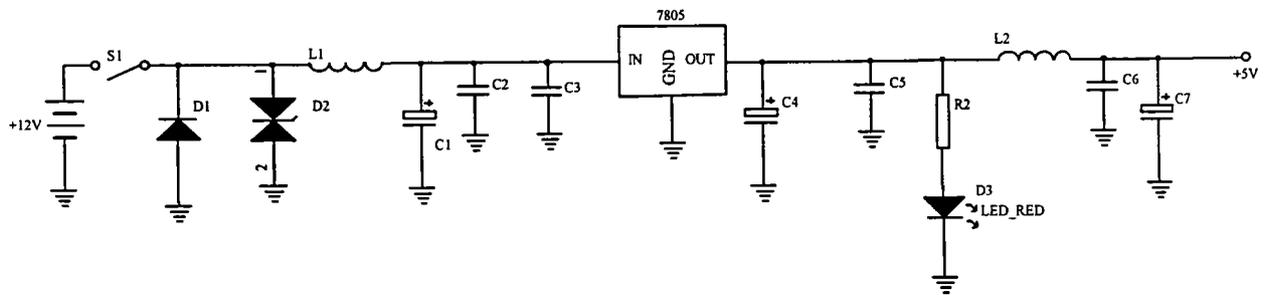
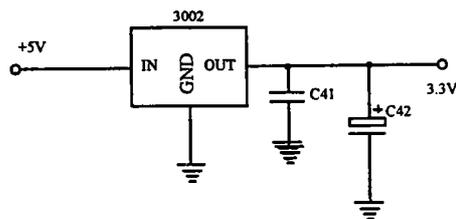


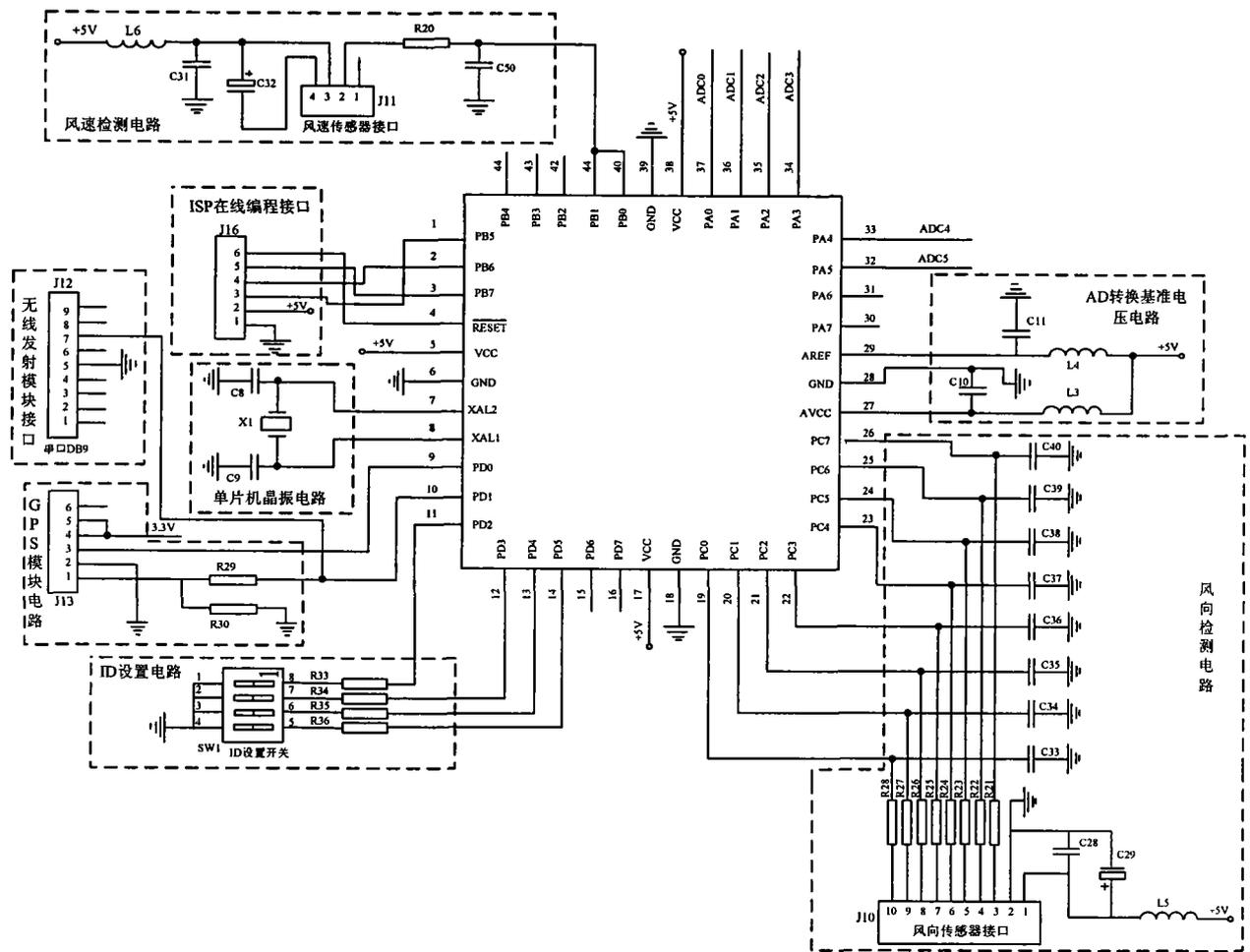
图 1



(a)



(b)



(c)

图 2

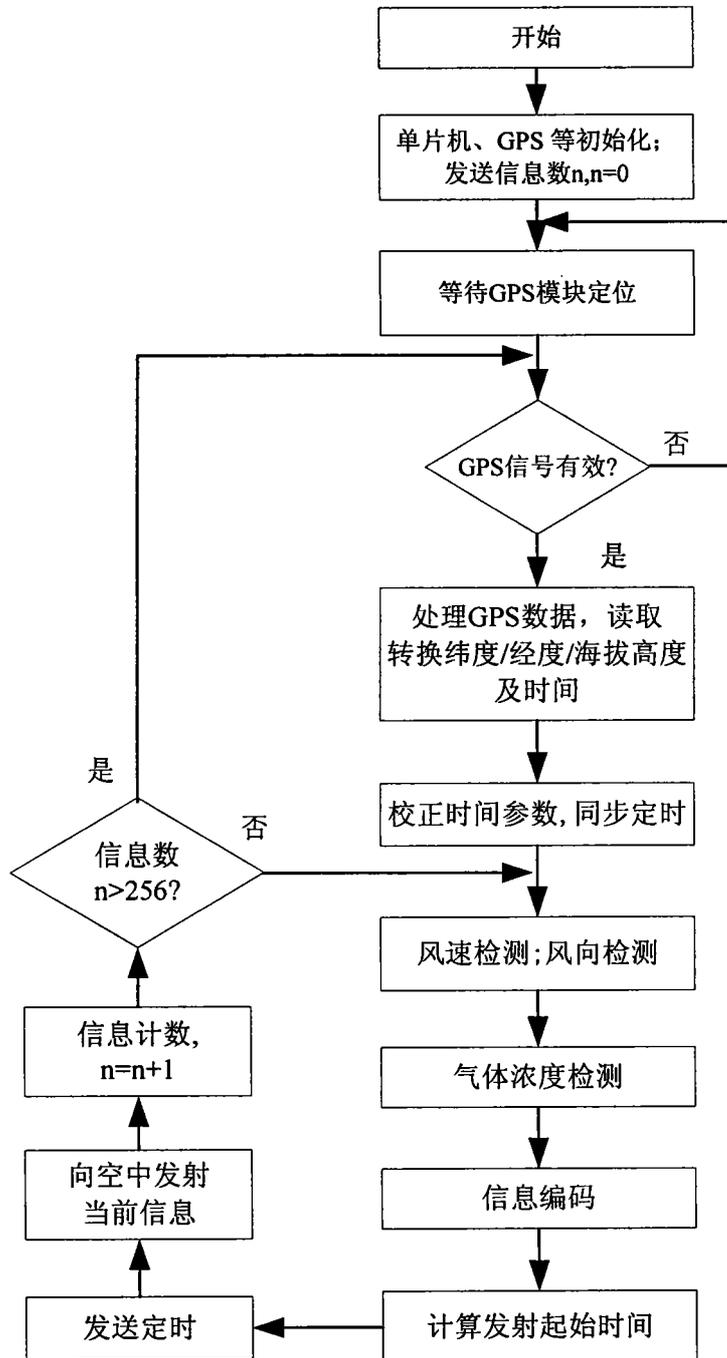


图3