

摘 要

本文设计了一种矿井瓦斯浓度监测报警系统，系统主要分为两部分。第一个是主机，由 STC89C52 MCU 控制 ADC0832 和 LoRa 通信芯片 ATK-SX1278，并通过 STC89C52 MCU 来实现多路瓦斯传感器的浓度信息和 LoRa 通信信息的处理。当数值超过设定阈值时进行声光报警。第二部分为从机，采用 STC89C52 单片机分别对模数转换芯片 ADC0832 和 LoRa 通讯芯片 ATK-SX1278 进行控制，将多路瓦斯传感器浓度信号和 LoRa 通讯信号进行收集和处理。LCD1602 液晶用于显示矿井瓦斯浓度。系统的硬件结构由 Altium Designer 来绘制，其中包含了 MCU 最小系统，瓦斯检测电路，LoRa 通讯电路，LCD 显示电路，声光报警电路，电源电路以及键盘的输入电路等。其中，专门设计了相关放大电路和信号检测电路。并且还独立设计有按键电路，可用通过按键电路更改瓦斯报警的浓度上限值，实现了一个基于单片机的瓦斯监测系统。

在软件系统的设计中，使用了 Keil4 作为开发环境，用 C 语言实现程序编写。系统上电初始化后，首先系统需要判断是否修改当前报警值，若是则对当前报警值进行修改，若否则进行瓦斯浓度采集；采集完毕后，将所获得的数据以液晶显示器 1602 的形式显示出来；之后，再判断目前采集到的浓度值是否超出了所设置的报警值，如果是，就会触发报警电路，如果不是，就会重新进行新的采集。

最后经过实验测试，本设计可以实现瓦斯监测的常用功能，具有瓦斯采集、检测、多点之间的通讯、声光警报等功能。整套设计轻量化，便于携带与安装，在节省成本的同时也确保了瓦斯监测的准确性。

本文在市场调研和国内外背景调查的基础上，提出了一种以单片机为核心的瓦斯监测系统的设计与实现方案，为保障煤炭资源的安全提供了一种有效的方法。

关键词：单片机；瓦斯监测；LCD；LoRa；ADC

ABSTRACT

In this paper, a mine gas concentration detection and alarm system is designed, which is mainly divided into two parts. The first part is the host, which uses STC89C52 single-chip microcomputer to control the analog-to-digital conversion chip ADC0832 and the LoRa communication chip ATK-SX1278 respectively, and processes the concentration signal of the multi-channel gas sensor and the LoRa communication signal. When the value exceeds the set threshold, an audible and visual alarm is performed. The second part is the slave, which uses STC89C52 single-chip microcomputer to control the analog-to-digital conversion chip ADC0832 and the LoRa communication chip ATK-SX1278 respectively, and collects and processes the concentration signal of the multi-channel gas sensor and the LoRa communication signal. LCD1602 liquid crystal is used to display mine gas concentration. The system hardware design diagram uses Altium Designer to complete the schematic, including the microcomputer minimum system, gas detection circuit, LoRa communication circuit, LCD display circuit, sound and light alarm circuit, power supply circuit and keyboard input circuit. Among them, the relevant amplification circuit and signal detection circuit are specially designed. And also independently designed with a button circuit, the upper limit of the concentration of the gas alarm can be changed through the button circuit, realizing a gas detection system based on a single-chip microcomputer.

In the design of the software system, Keil4 was used as the development environment and the C language was used to implement program writing. After the system is powered on initialized. First of all, the system needs to determine whether to modify the current alarm value, if so, modify the current alarm value, if not, gas concentration collection; After the acquisition is completed, the data is displayed on the LCD1602; Then determine whether the current collected concentration value exceeds the set alarm value, if so, trigger the alarm circuit, otherwise the program will re-conduct a new acquisition.

Finally, after experimental tests, this design can realize the common functions of gas detection, with gas collection, detection, communication between multiple points, sound and light alarm and other functions. The whole design is lightweight, easy to carry and install, saving costs and ensuring the accuracy of gas detection. Based on the market survey and domestic and foreign background investigation, this paper proposes the design and

implementation scheme of a gas monitoring system with single-chip microcomputer as the core, which provides an effective method for ensuring the safety of coal resources.

Key words: SCM; Gas Monitoring; LCD; LoRa; ADC

目 录

第 1 章 绪论	3
1.1 选题背景、目的及意义	3
1.1.1 选题背景	3
1.1.2 目的及其意义	3
1.2 国内外研究现状	4
1.2.1 国内研究现状	4
1.2.2 国外研究现状	4
1.3 章节安排	5
第 2 章 总体方案设计	6
2.1 设计方案	6
2.1.1 功能要求	6
2.1.2 设计思路	6
2.2 器件方案选择	8
2.2.1 主控制器的方案选择	8
2.2.2 通讯模块的方案选择	8
2.2.3 瓦斯模块的方案选择	8
2.2.4 显示模块的方案选择	9
2.2.5 报警模块的方案选择	10
2.2.6 按键设置的方案选择	10
2.2.7 供电电源的方案选择	10
2.3 本章小结	11
第 3 章 硬件系统设计	12
3.1 电路原理图说明	12

3.2	主控电路设计	13
3.2.1	单片机 STC89C52RC	13
3.2.2	晶振电路	15
3.2.3	复位电路	15
3.3	LoRa 通讯电路设计	16
3.3.1	LoRa 模块 ATK-SX1278	16
3.3.2	LoRa 通信电路	16
3.4	瓦斯采集电路设计	17
3.4.1	瓦斯传感器 MQ-4	17
3.4.2	模数转换器 ADC0832	17
3.4.3	瓦斯采集电路	18
3.5	声光报警电路设计	19
3.6	按键设置电路设计	19
3.7	电源供电电路设计	19
3.8	本章小结	20
第 4 章	系统软件设计	21
4.1	主程序设计	21
4.2	显示子程序设计	22
4.3	无线通信子程序设计	23
4.4	模数转换子程序设计	24
4.5	声光报警子程序设计	25
4.6	本章小结	26
第 5 章	系统调试	27
5.1	硬件焊接	27
5.2	程序烧录	28

5.3 系统测试	29
5.3.1 LCD 显示功能测试	29
5.3.2 无线通信功能测试	30
5.3.3 瓦斯采集功能测试	30
5.3.4 声光报警功能测试	31
5.4 本章小结	31
结论	33
参考文献	34
致谢	35
附录 A 系统原理图	36
附录 B 采集端主要函数说明	37
附录 C 接收端主要函数说明	43

第 1 章 绪论

1.1 选题背景、目的及意义

1.1.1 选题背景

近些年，煤的需求量一直在增加，并且由于煤价的上涨，使得煤的生产需求越来越大。然而，在煤矿开采过程中，煤矿安全事故时有发生。在我国，因瓦斯爆炸而导致的人员死亡数量超过 70%，已是制约矿井安全生产的最大瓶颈，因此，对瓦斯浓度进行实时、快速、精确的监测，对矿井内的安全生产至关重要。矿井气体监测系统具有重要的理论和现实意义。以山西省为代表，近年来，在党委、政府、安监等有关单位的高度关注下，山西省煤炭行业的信息化建设不断向前推进，并不断取得新的成果。为满足现代社会煤矿安全的需要，解决我国中小型煤炭尤其是小型煤炭企业的潜在风险，研发现代化的、小型的、价格低廉的煤炭安全监测系统是必然的，其研发对煤炭企业的生产和生产有着重要的影响。因此，设计一种低成本的煤炭瓦斯监测系统是我国很多中小型煤炭企业所需要的。

1.1.2 目的及其意义

造成矿山灾害的因素很多，但与气体有关的灾害却是很大一部分。瓦斯是一种以甲烷为主体的可燃可爆气体，是在成煤过程中产生并储存在煤层中的一种气体，当其含量过高时，会引起人体缺氧、呼吸困难、窒息等症状。这种炸药在燃烧过程中，一旦掺入到气体中，其质量分数在 3.5%-16%之间，遇着火即会引起爆炸，从而对我国的经济、社会和安全带来极大的危害。因此，对矿井中的气体含量进行监测与预警，并对其进行有效的调控，具有十分重要的实际意义。

常规的矿井气体监测装置大致可分成两个主要的模块：地下模块和上部模块。在井下，利用各类探测设备对井下各类瓦斯的浓度、含量、井下空气状况、设备运行状况等进行测量，并将这些测量结果经现场总线传送到井下。在矿井中，从矿下传送出来的资料经由一条线路与矿井安全部及上级的安全部服务器相连。而在这台机器的上方，则是一个监视软件。在它的上方，有一个标记，标记着每个探测装置的位置，并随着上载的信息变化而变化。监测系统能将监测到的数据进行汇总、处理、分析、归档，为有关部门提供了一个有价值的参考。此外，监测软件还具备了超出标准范围的自动预警功能，可以用它来帮助工作人员对设备的故障或者是现场气体浓度的状况进行判断，以便工作人员能够在第一时间做出应对，从而避免重大事件的发生。

因为我国的检测技术运用得比较迟，所以

目前,我国对瓦斯的检测设备还面临着许多的问题,比如:检测设备的使用时间比较长,容易受到矿山恶劣环境的影响,而且还会造成检测设备的工作性能不稳定,检测结果不够精确,还会产生假报警等问题,因此,它的维修时间比较短,而且成本比较高。由于现在的单片机具有体积小、集成度高、速度快、稳定性好、价格低廉、适用范围广泛等优点,所以,开发出一种适用于煤矿瓦斯探测的新型的、基于单片机的煤矿瓦斯探测系统就成为了必然。在该设计中,使用 STC89C52RC 单片机作为硬件电路核心,开发出一种操作简便的检测系统,它可以完成对甲烷的识别、浓度监测、阈值报警以及浓度显示,从而更好地保护并降低因为煤气而导致的矿难事故。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国内研究现状

在我国,瓦斯监测监控技术的研发工作相对滞后,在 1958 年,首次研制成功了一种以铂为基元的气体位置传感器。一九六一年,北京劳动保障研究所与抚顺煤炭仪器制造厂合作,在一九六四年,成功地开发出了国内首个具有实际应用价值的载体催化元件,并成功地生产出了 AQR-1 型气体探测器。由于采用了电子计算机技术,使得一组监视系统不仅可以探测到瓦斯的含量,还可以探测到一氧化碳和氢气的含量,而且还可以监视矿井下各种仪器的运行情况。代表着我国煤炭瓦斯监测技术水平的系统有:KJ90NB 系统、KJ101N 系统、KJ333 系统、KJ95N 系统等,其技术水平主要体现在软硬件的功能、稳定性与可靠性、专业技术的服务能力、企业的性质以及生产规模等。在我国的矿山中,目前使用的气体探测系统有三种:一种是从英,法,美,波兰等国引入的气体探测系统,经过对其进行消化,开发出适合我国矿山的气体探测系统,但因为我国的技术落后,所以我国的气体探测系统已经到了升级的时候。二是 90 年代末,我国一些大的研究机构 and 制造公司陆续引进了 MSNM, WEBGIS, KJF2000 等多套监测设备,但总体数据的数据传送速度仅为 5000 bps;三是进入 21 世纪后,各气体监测设备制造商纷纷对原来的设备进行更新改造。所以,按照国内的煤矿生产和管理模式和国内的相关技术标准,其技术的先进性、产品的可靠性和实用性是本项目的重点,并且,以单片机的矿井瓦斯监测系统为基础的研发生产有着非常广阔的实际市场和潜在的市场需求。

1.2.2 国外研究现状

目前,国内外都已建立了矿井气体监控体系,主要有:法国的 F200 型,德国的 MINOS 型,英国的 Senturion-200 型,美国的 HIMASS 型等。从理论上来说,国外的监测系统技术比我国的发展程度要高,但是要应用到我国的煤炭生产中,还是存在着一些限制,可以从技术上进行学习和借鉴。一八一五年,在英国,这个产业最为成熟的国家,创造出一种通过火焰水平来测定气体含量的防毒面具灯泡。瑞典于 1897 年制造了世界上最早的体积

气压气体浓度计。由于煤矿的开采程度和探测技术的进步，煤矿的安全性也有了很大的改善。1927 年，日本发明了一种光学干扰的沼气探测器，随后，热催化探测器，热导探测器

也陆续出现。随着探测器探测准确度不断提高，探测方法也由“间断”，“就地”探测变为“连续”，“集中自动”探测。在 1961 年之后，先后有苏联，英，法，美，日，德等国对沼气探测器进行了改良，并将沼气探测器列为沼气探测器的一个重要发展趋势。

1.3 章节安排

本文对以单片机为核心的气体监控系统进行了总体的结构设计和逻辑说明。

第 1 章阐述了本论文的研究目的和研究意义。

第 2 章根据上一章的调查结果，结合该系统的主要功能和技术要求，对整个系统的结构进行了详细的分析，得出了该系统的设计方案和关键部件的选择准则。同时，将本次设计的所用到的主控制器、显示模块、通讯模块、各传感器以及报警、按键和供电等器件与其他的器件和方案进行比较，最终选择出最适合本设计的核心器件。

第 3 章采用了总分的思想，对整个硬件的逻辑和每一个模块的具体实施方法做了详尽的说明，同时还对每一个模块和主控制芯片之间的插针进行了分析，这样就可以更直观地了解到整个系统的设计逻辑流程图。

第 4 章，首先从软件 keil 开始，具体地描述了在系统的设计中所采用的嵌入式软件，并且运用了总分的思想，对总系统的软件程序和子程序展开了研究，并对每一个子程序模块的软件的实现方法和思路进行了详尽地描述。

第 5 章，根据第三章的硬件设计和第四章的软件设计，对在进行硬件焊接时出现的问题和在软件调试时出现的问题进行了分析和说明，并对软件运用后产生的效果进行了分析和解答。

最后，本文对整个基于单片机的瓦斯监测系统做了具体的概括，并对该系统最终的实施效果进行了比较，指出了其优点和不足。

第 2 章 总体方案设计

2.1 设计方案

2.1.1 功能要求

本文介绍了一种以单片机为核心的瓦斯监测系统，并对其进行了详细的分析。该系统由单片机，瓦斯传感器，声光报警，电源管理等组成。下面列出了特定的性能需求：

（1）设计相关放大电路和信号检测电路，可以实现瓦斯监测功能；

（2）监测门限可调，超限则声光报警；

（3）电源管理功能；

（4）本设计是应用在矿井里面，考虑到矿井下环境参数较多，布线问题比较复杂，所以采用 LoRa 通讯，因为 LoRa 通讯有较强的抗干扰能力，覆盖范围比较广，能够在煤矿井下甲烷等气体混合、无线传输衰减严重等复杂环境中使用。因此，基于 LoRa 的矿用无线通信能够保证各种控制器和传感器的信息可靠传输。在本设计中，采用了三个从机对应一个主机的交流作业方式。

（5）声光报警。

（6）瓦斯监测的误差为真值的 1%；

2.1.2 设计思路

本系统主要设计是基于单片机的瓦斯监测系统，该系统主要是由两部分组成，第一部分是主机，由单片机最小系统、LoRa 通信电路、LCD 显示电路、声光报警电路、电源电路和键盘输入电路组成，正常情况下，一个主机可以带多个从机，系统框图如图 2-1 所示：

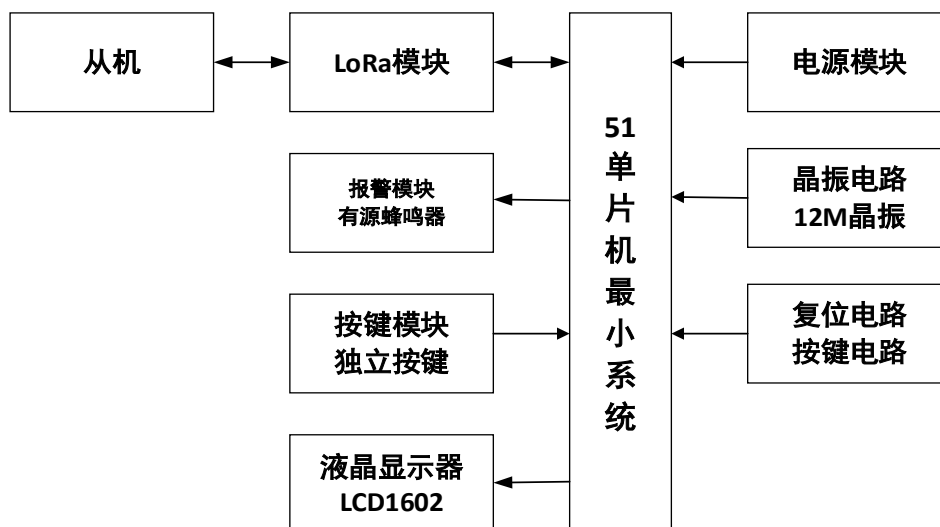


图 2-1 主机系统框图

主机主要负责实时监测门限，声光报警、收集各个从机采集的数据并且最后显示出来。

第二部分为从机，其包括单片机最小化系统，瓦斯采集电路，LoRa 通讯电路和供电电路，其结构如下图 2-2:

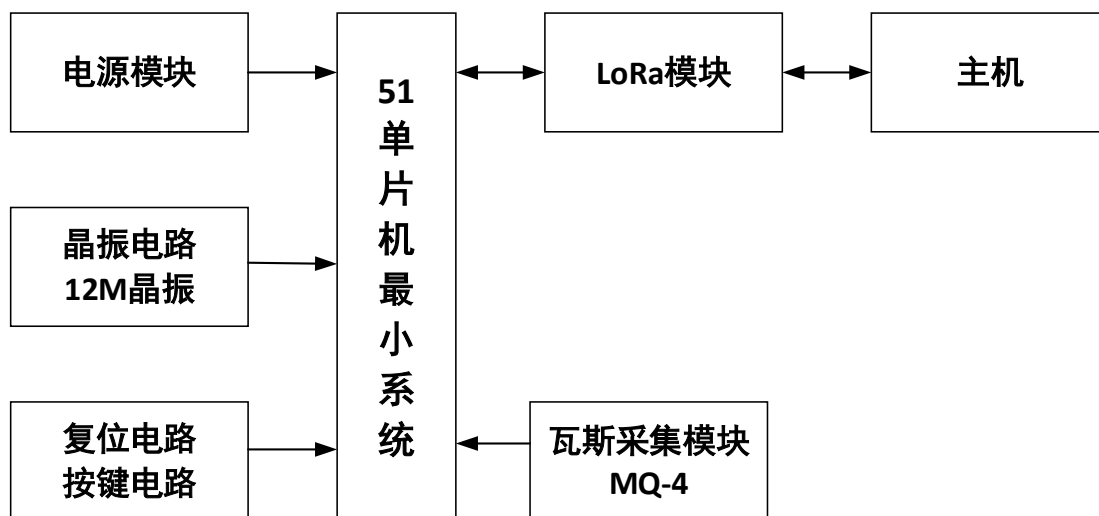


图 2-2 从机系统框图

在整个系统中，首先是上电初始化。之后，从机可以通过气体采集传感器，对现场环境中的气体浓度进行实时采集。之后，从机可以将数据通过 ADC 模数转换器，将其转化为数字信号，之后再将其发送到单片机，再经过内部程序的计算，由 LoRa 模块将数据发送到主机，主机通过 LoRa 接收到数据后在 LCD 液晶显示屏实时显示；当系统判定当前数据超过设定阈值时，会触发报警电路。本系统还设计有独立按键电路，可用通过按键电路更改瓦斯报警的浓度上限值。实现了一个基于单片机的瓦斯检测系统，系统框图如图 2-1 所示：

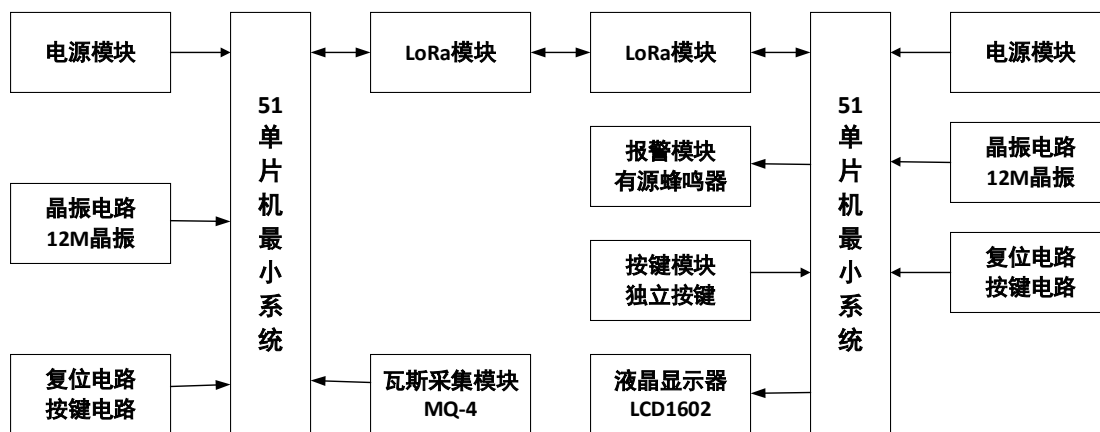


图 2-3 设计方案框图

2.2 器件方案选择

2.2.1 主控制器的方案选择

方案 1，以 STC89C52 为主要控制芯片；STC89C52 是一个与 51 标准的 2 层中断和全双工串行接口相匹配的高性能的 8 位微控制器。STC89C52 可实现 0 赫兹的静态逻辑工作，并可采用两种不同的节能方式。在闲置状态下，CPU 将会被关闭，而 RAM，计数器，串口，中断继续工作。在电源断开的情况下，存储 RAM 的数据，并将振荡器冻结，在下次断开或硬件重置之前，单片机的所有工作都会停止。

方案 2，以 S7—200 SMART 为主要芯片，S7—200 SMART 是由西门子研制而成的一种小型 PLC，是目前在中国市场上普遍采用的 S7—200 系列的升级版。结合 S7-200SMART PLC、SMART LINE 触摸屏、V20 变频器和 V80/V60 伺服系统，完美地整合在一起，为用户带来经济实惠的微型自动控制解决方案。但是考虑到该系列 plc 需要独立电源，并且不方便携带，开发难度相对比较大，价格也相对昂贵，所以在一些简单的设计中不宜采用。

综上所述，S7-200 SMART 需要的电源是 AC220V 的家庭电源，由于工作环境在井下，所以一般情况下都采用电池供电。再加上 S7-200 Smart 的成本远高于 STC89C52，加上调试难度更大，因此最后还是选择了宏晶公司的 STC89C52 做主控芯片。

2.2.2 通讯模块的方案选择

方案 1：LoRa 模块是一种以 LPWAN 为基础，采用串口传输的方式进行双向传输的远程无线通信模块。LoRa 技术具有远距离、低功耗、多节点、低成本等特点。LoRa WAN 的网络可以为用户提供远距离、多节点、低成本的信息传递，同时还可以以最小的网络基础设施对城市进行覆盖。LoRa 技术属于一种无线调制的方法，它在抑制同频干扰上的优势较为显著，从而有效地解决了常规的设计方案不能兼顾距离、抗扰和功耗的缺陷。此外，Lora 模组还具有+20dBm 可调节的功放，其接收灵敏度可达-148

dBm 以上，适用于长距离、高可靠等复杂环境。

方案 2: WiFi 通讯, WiFi 是当前最广为人知和使用最多的无线局域网技术。就像目前普遍使用的蓝牙技术那样, WiFi 可以在指定地区进行短程无线传送。WiFi 的覆盖面广、传送速度快、无需大量的线路就能传送资料, 节省了费用, 而且所用的频率带兼容性好。但是这种方法受到了无线网络的影响, 当无线网络超出了无线网络的覆盖区域时, 就无法收到信号。

综上所述: WiFi 模块必须在有 WiFi 网络的情况下才能使用, LoRa 系统采用+20dBm 可调节的功放, 并且可以达到-148 dBm 以上的接收精度, 适用于长距离、高可靠性的情况。因此, 本文选用的是 LoRa 模块。

2.2.3 瓦斯模块的方案选择

方案 1: 红外线型, 红外线型, 是通过煤气中的气体分子对红外光的吸收, 来探测煤气的浓度。它具有高精度、选择性好、不受其他气体的干扰, 不仅可以进行较大的测量, 还可以进行持续的检测。但是, 它的不足之处在于, 它的制作和维护比较麻烦, 并且具有较大的体积, 较高的价格, 以及较高的功率, 所以, 它的推广应用会受到一些限制。

方案 2: 光干涉法, 通过光波在空气和瓦斯气体中折射率的差异所造成的光程差异, 使干涉条纹发生变化, 从而达到探测不同天然气含量的目的。其特点是: 准确度高, 不仅经久耐用, 还易于纠正; 其不足之处在于不能直接反映气体含量数值, 且易受到压力、温度等因素的干扰, 生产成本低, 且难以实现自动检测。

方案 3: 声速差法, 在 22℃ 的温度和 101325 Pa 的压力下, 声波在气体中的传播速率为 432 米/秒, 而在洁净空气中的 3 米/秒。利用这一特性, 对两种流速进行对比, 可以实现对高浓度气体的探测。其特点是: 测量值不受大气压力的影响, 对大气背景气体、尘埃和空气温度的变化十分敏感; 但其不足之处在于难以对低浓度的瓦斯气进行有效的测量, 通常仅用于对矿井抽放管中的瓦斯气进行测量。

方案 4: 气敏半导体式, 有多种类型的气敏半导体, 如氧化锌和氧化锡等。该方法的基本原理是: 在 200 摄氏度以上的高温下, 通过对半导体材料表面的吸附, 使其电阻发生变化, 从而实现对气体浓度的探测。该装置具有对痕量气的敏感性高, 结构简单, 造价低廉等特点。但是, 在高浓度条件下, 该方法响应速度慢, 灵敏度低, 线性度低, 很少应用于煤矿瓦斯浓度监测。

总之，在进行一项相对具体的测量工作时，要选择使用何种原理的传感器，在使用的过程中要综合多个方面的因素，然后才能决定，因为在测量相同的物理量时，也可选用多种原理的传感器。在选择适当的传感器的时候，要将被测量的特性和所选择的传感器的应用情况进行考量，比如传感器量程的大小、传感器的体积要适合被测位置、是采用接触式还是非接触式测量方式等。在对以上问题进行了详细的研究后，我们选择了 MQ-4 传感器作为该方案的核心。

2.2.4 显示模块的方案选择

方案 1: TFT 屏幕, TFT 屏幕是一种薄膜液晶显示屏,它的意思是 TFT 可以“主动的”控制每一个单独的像素,因此被称为有源矩阵型 TFT。图像的生成是由于一个屏幕上有很多像素点,这些像素点能发射任何一种色彩,所以要实现这个目标,只需控制这些像素点所呈现的色彩即可。

方案 2: 一种数字 LED 管,这种 LED 数码管看上去就是一个真空管,但却不会发出一种能给阴极加热的电子。所以它被称为冷阴极或者氖阴极。在常温下,管的温度很少超过 40℃,甚至是在室内极端的工作环境中。数字管有两种,一种是公共阴极,另一种是公共阳极,也就是公共的数字管。

方案 3: LCD1602 液晶显示屏.它也被称为 LCD1602 字符式液晶。液晶显示具有很强的功能,它可以同时显示 16×2,也就是 32 个字符,可以是数字,字母,符号,也可以是自定义字符。在 LCD1602 的液晶显示器中,每个字符是 5×7 的点阵。LCD1602 既可以是串行的,也可以是并行的,操作起来很容易,与目前市场上大部分的 HD44780 型液晶显示器的操作原理是一样的。

综上所述,在该设计中,液晶 1602 显示器能够更清楚地显示出状态信息,因此,LCD1602 液晶屏被选用为液晶显示模块。

2.2.5 报警模块的方案选择

方案 1: 无源蜂鸣器,无源蜂鸣器是一种通过电磁感应现象,为音圈插入交变电流后,所形成的电磁铁与永磁铁之间相互吸引或相互排斥,而对振膜进行推进,从而使其发出声音。但是,如果接入直流电,它就会不断地推动振膜,而不会产生声音,只有在接通或断开时才会产生声音。无源蜂鸣器像喇叭一样工作。它是一种以直流电压为电源的集成式电子信号发生器。

方案 2: 有源蜂鸣器,它的工作目标是一个以电压 VDC,电压 VDD 为代表的直流电流。由于蜂鸣器中有一个简易的振荡回路,可以将一个稳定的直流电流转换为一个固定的脉冲信号,由表面产生一个交流的磁场,从而使钼片震动发出声音。但有些有源蜂鸣器也能在一定的交流信号下正常工作,只不过需要较高的交流信号电压和频率。

总而言之，此方案需调整蜂鸣音量，且在接通电源时能发出声音，故选择有源蜂鸣器。

2.2.6 按键设置的方案选择

方案 1：将薄膜开关应用于按钮组件。对于薄膜开关来说，因为其本身的特性，使用硬的绝缘材料并不能达到理想的效果，所以必须使用软的绝缘材料，并将其覆盖在导电材料之上。该结构由按键开关，面板功能阅读屏，窗口透明指标，输出电路开关线，以及装饰性的电控系统构成。

方案 2，是使用机械式的开关来控制按键。目前，在工业上应用最多的是一种软接触式开关。软接触式开关是一种新型的电子开关。使用时，只需轻轻一按开关键即可开启。当松开开关时，要将其关上。电子交换机的内部构造应该是一个金属弹簧来控制的。

方案 3：将电容器开关应用于钥匙模块。电容器开关是一个很聪明的电平检测产品。其原理是利用先进的射频电容器技术，通过改变电极板的容量和带有报警开关的开关装置来测量材料的液位。

综合考虑，确定了使用机械式开关的方案。与其它按键比较，机械式按键的抗干扰性、耐用性都要好得多。在设计中，稳定性与耐久性最为重要，因此，本设计选择了机械式按钮。另外，机械式按键的成本低廉、操作简便、快速、符合设计的线路，并能满足其功能要求。

2.2.7 供电电源的方案选择

方案 1：使用电池盒供电，根据单片机的供电要求，在 3.6V-5V 左右供电电压就可以了，可以使用 3 节 1.5V 干电池来为整个系统供电。电池盒供电，使用方便，便于携带，并且可以方便地更换和购买。

方案 2：使用电源供电，与电池箱供电相比，电源供电更加粗壮，供电更加稳定，显示画面的亮度也更加适宜。可以达到系统的要求。

综上所述，本次设计应用场景为井下，其周围大多数是无独立电源的，而且也不方便，所以采用电池供电较为方便安装设备。

2.3 本章小结

按照设备所要实现的功能以及设备的成本来选择各个模块的型号，在综合考虑了精度、体积等因素之后，通过上述比较方案，来选择适当的硬件型号。

第3章 硬件系统设计

3.1 电路原理图说明

本系统主要设计的是井下瓦斯监测系统，系统分为两部分，第一部分为主机，由单片机控制电路、液晶显示电路、按键设置、声光报警电路、LoRa 通讯电路组成；第二部分为从机，由单片机控制电路、瓦斯监测电路、LoRa 通讯电路组成。具体原理图如图 3-1 所示。

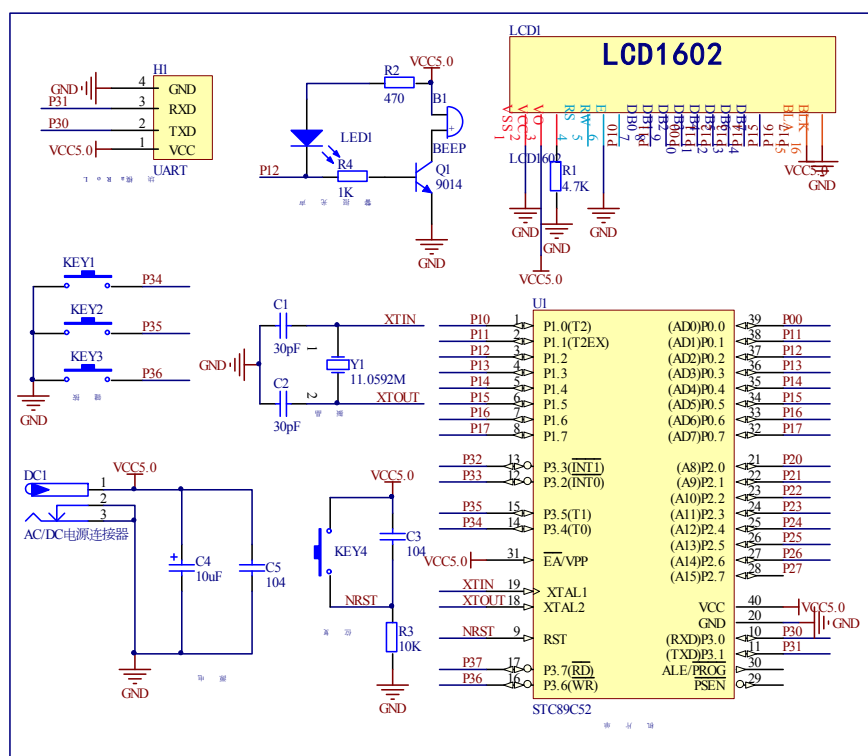


图 3-1 系统主机原理图

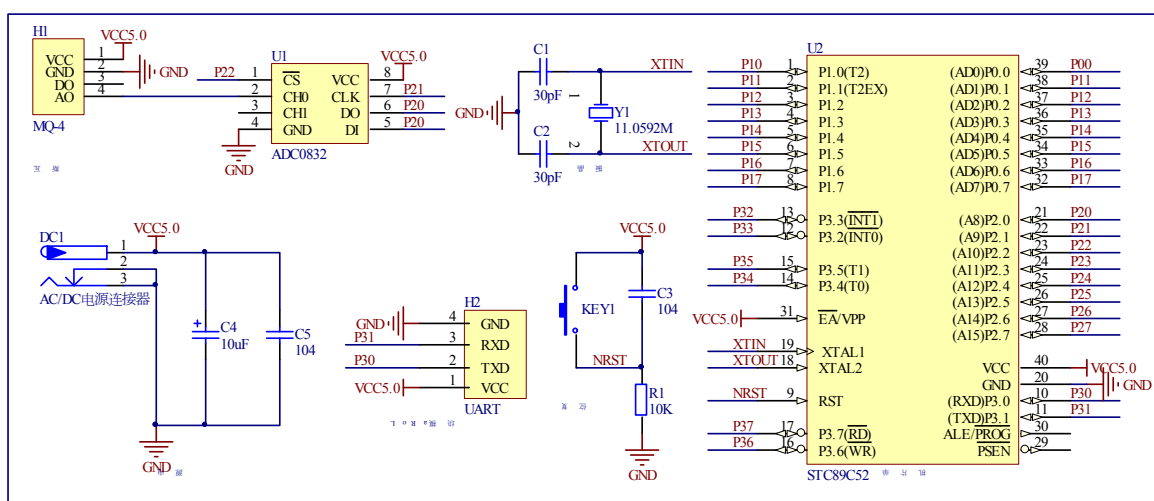


图 3-2 系统从机原理图

3.2 主控电路设计

3.2.1 单片机 STC89C52RC

STC89C52RC 单片机体系架构的主要特征是将处理器、存储器、输入输出接口、定时器/计数器以及终端机等部分整合在一起。尽管它很简单，但是它的结构和性能都很好地体现了微型计算机的特性。该微型晶片较一般的手提电脑更大，因此能够整合至软体系统的控制与决定中枢，并使其具有重要的功能。

STC89C52RC 为多种 IMBD 的控制系统提供了一种很好的解决方案，并提供了一种 6-矢量-2 交互结构和一种在通信中使用的端口。另外，本发明还提供了一种记忆功能，即当关掉电源时，所存储的信息并没有被删除，而是重新设置其它的功能。工作频率最大可达 35 兆赫，6t/12t 选项。每个 I/O 端口都可以单独作为输入或输出使用。单片机引脚如图 3-3 所示。

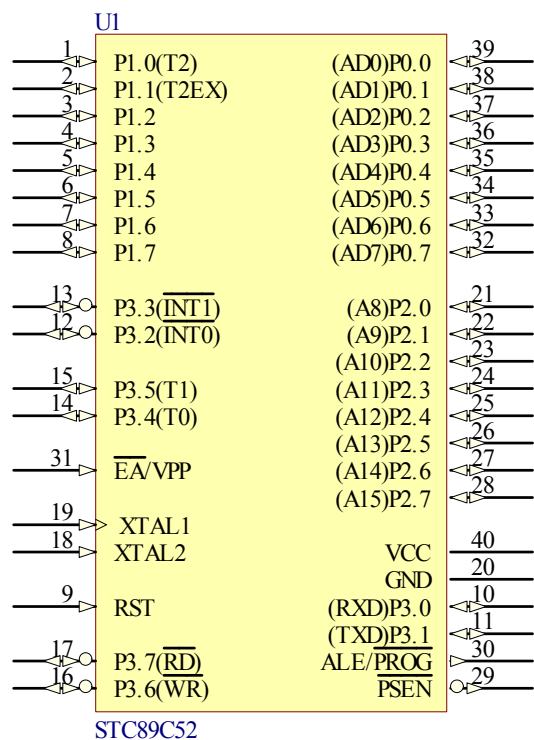


图 3-3 单片机引脚图

I/O 为 8 位双工，即为端口 P0。它是一种生产端口，一根管脚可以携带一根 8 针的 TTL 链。当这个端口被写到“1”，也就是说，这个端口可以被用作先进的压力反射器。当 Flash ROM 被安装后，它将接收一个额外的 P0 指令：这个指令是在申请被批准时发出的。目前的扩展名是必需的。

能够实现 8 位界面的双向联接的端口称为端口 P1。通过此端口的缓冲区，可以实现对最多 4 路 DDL 的控制。只要把 1 输入到终端 1，这个输入就会被转化成一个具有内部电阻的大功能，就会被用来作为一个附加元件。当终端 B1 作为一个接收台是因为内部压力的原因，该插头会发出一个电流信号。此外，利用 P1.0、P1.1，可以对定时器、计数器的外部输入端进行访问，P1 口管脚第二功能如表 3-1 所示。

表 3-1 P1 口管脚第二功能

序号	引脚编号	引脚名称	第二功能
1	P1.0	T2	定时器/计算器 2 的外部输入端
2	P1.0	T2EX	定时器/计算器 2 的外部触发端和双向控制
3	P1.5	MOSI	用于在线编程
4	P1.6	MISO	用于在线编程
5	P1.7	SCK	用于在线编程

当 P2 端口被写到 1 时，它将为一个拥有较高内部层次的标准提供一个可用的应用程序。在输入电路中，P2 端口被选用后，它只能输出一个电容器，并且该电容器输出到外界信号的电流减小。在使用此端口进行存取时，外部程序的数据及程序的存储器都能接收到其发送的 8 位地址，此端口还能实现其它功能。某些信号还可在项目确认过程中被接收或被发射。

一个 8 位的双向输入/输出插头，其接口为 P3。在此端口上，有一个输出缓存，可以同时处理 4 个 DDL 输入。当你在 1 端输入一个数字后，你的输入就会被转化成一个很大的函数，它带有一个很大的内阻，可以被用来作为一个附件。P3 口管脚的第二个作用见表 3-2。

表 3-2 P3 口管脚第二功能

序号	引脚编号	引脚名称	第二功能
1	P3.0	RXD	串行输入口
2	P3.1	TXD	串行输出口
3	P3.2	INT0	外部中断 0
4	P3.3	INT1	外部中断 1
5	P3.4	T0	定时器 0 的外部输入
6	P3.5	T1	定时器 1 的外部输入
7	P3.7	WR	外部数据存储器写选通
8	P3.8	RD	外部数据存储器读选通

RST: 复位输入, 在 RST 运行中维持 LV1, 在复位中要持续一段时间为 HV1。

ALE/PROG: 如果关闭一个地址, 则会使该信号被发送出去。一个地址管理 (ALE) 是一个开关的一个输出部。开关在存取一个程式记忆体时, 会用到下面的 8 位地址。在 Flash 软件中, 申请的登录名称同样为刺绣。

PSEN: 用于执行读取过程及传送讯号之软件存储器, STC89C52RC 在每一循环中均需启动两次。在对外部资料储存进行存取时, 二次启动将被略过。

EA/VPP: 外部存取允许信号, 当接高电平时, 是连接 VPP 它的功能是进行读写内部数据。当接低电平时连接 $\overline{\text{EA}}$, 单片机读取外部数据。而且, 因为 8031 芯片不含有芯棒, 所以它的应用受到限制。在一个单独的 8751 中, 在一个 EPROM 中的程序中, 可以通过一个通路来输入 21 伏。在该单片机的内部有一个存储装置, 无需外部存储装置, 总能实现触头的高速连接。

XTAL1: 晶体是发电机放大器的输入定位器, 同时也是内部时钟系统中不可或缺的一部分。

XTAL2: 晶体-逆变振荡器放大器的输出。

3.2.2 晶振电路

单片机的工作只需借助时钟即可完成。其工作频率可用于对各数据、各指令的监控。当一个系统发生了错误, 或是没有足够的时间时, 它就不能工作了, 所以, 这个时候, 它扮演了一个很重要的角色。将外加电容器与单晶振源相结合, 就能在单晶振源处生成一种频率稳定、电压稳定的正弦波形。每一个电容都是平行的, 再把两个相连的电容相连。工作时, 向单片机发送一条可被执行的指令的脉冲信号。由于有两个 30pF 的电容, 因此需要将一个负荷电容与一个晶体振荡器相连。晶振电路如图 3-4 所示。

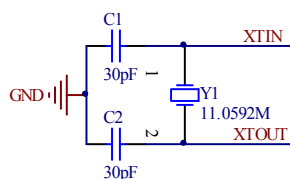


图 3-4 晶振电路

3.2.3 复位电路

复位电路能够启动全部的系统。只要有一个按键, 就可以复位。而要做到复位, 就必须要有个按钮。在重新设置调试程序中, 每一个按键都

是必不可少的。对电容的充放电会对复位产生影响。在放电时，由于输出的电压有降低的倾向，所以会发生界面复位现象。所以当 CPU 的复位中心出现了一个跳闸的时候，它就会工作。通过对 RST 管脚的按压，将该复位讯号传送至 RST 管脚，从而实现对系统的重新设定。将复位按键与微处理器的这个管脚相连，由按键来完成复位，一般选择 10uF 的电容，电容一般在按键的两端。要精确地进行复位，一般只需按下 10ms 就可以了。复位电路如图 3-5 所示。

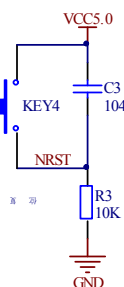


图 3-5 复位电路

3.3 LoRa 通讯电路设计

3.3.1 LoRa 模块 ATK-SX1278

ATK-SX1278 是一款低频收发信机，其采用了半双工通信方式。该设备的工作原理是将 RF 信号通过低噪声放大器（LNA）以单端方式输出，并将信号转换为差分信号，从而改善二级谐波。接着，信号被转换为中频信号，并以同相正交方式输出，这些信号会被送入 ADC 进行数据转换。所有后续的信号处理和解调均在数字领域进行，数字状态机还负责控制自动频率校正、接收信号强度指示以及自动增益控制等功能。ATK-SX1278 的通讯传输距离大于等于 3 公里左右。具有低功耗、传输距离远、抗干扰能力强的特点。

该频率合成器产生的本振频率分别为接收端与发送端两个不同的本振频率。ATK-SX1278 配有三个不同的 RF 功放，它们的插脚是 RFO_LF, RFO_HF，另一个功放则是 PA_BOOST。它的低频带为 169M，高频带为 433M，高频带为 868M-915M。该 ATK-SX1278 包括两个时间参考，一个 RC 振荡器和一个 32M 的晶体振荡器。采用 SPI 技术实现了对 RF 前端及数据状态机的全部功能，并实现了对 1278 总线的存取。SPI 通讯的时钟是 10 兆赫，引脚的改变是纳秒级别。随着扩谱系数的增大，信号的传输时间也随之增加。在宽带小于 62.5K 的情况下，采用 TCXO 作为基准的时钟信号。FSK Mode 转换为 LoRa Mode 休眠状态下的 FSK Mode。ATK-SX1278 引脚功能见表 3-3。

表 3-3 ATK-SX1278 引脚功能表

管脚	名称	功能	说明
----	----	----	----

1	STATE	地	中断标志位
2	RXD	串行口	单片机向模块发送数据的接口
3	TXD	串行口	模块向单片机发送数据的接口

3.3.2 LoRa 通信电路

SX1278 是一个 LoRa 模块，用于主从线界面。LoRa 模块可以由移动终端进行组态，在 LoRa 装置被正确地连接后，可以不经过终端中其它的通讯协议，而是利用串行接口，直接对 LoRa 模块进行组态。在建立了一个联接之后，这两台装置共用一个串行介面，一台装置向信道传送资料，一台装置接受资料。TXD 是一种用于传输组件(TTL,而非与 RS232 规范相关联)的串联连接器,组件可与控制器 P31 管脚相关联。RXD 为接收插头,可与 MCU 的 P31 插头相连。LoRa 通信电路如图 3-6 所示。

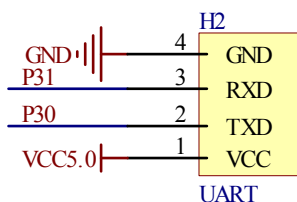


图 3-6 LoRa 通信电路

3.4 瓦斯采集电路设计

3.4.1 瓦斯传感器 MQ-4

MQ-4 的工作原理是通过其内部的气敏装置，其阻值与气体浓度成比例，浓度越大，其阻值也就越大，所以属于体电阻控制型。气敏装置是一种传感装置，它的作用是把气体的浓度转化成电子信号，然后用电子信号的比对来进行气体的浓度的比对和分析。MQ-4 型气体敏感传感器的材质是一种半导体二极管，在较高的温度下，半导体二极管中的电子密度会有对应的变化，接着，会引起周围的其它一些因素的变化，比如，引起了气体敏感电阻值的变化，所以，在一定量的烟雾抵达时，周围的传导系数也会有对应的变化，用该方法来进行电气信号的转换。当烟雾浓度越大，周围的传导系数就会越低，电阻值就越高，那么，就会有更高的电压。气敏传感器就是这样工作的。MQ-4 型烟雾传感器脚功能表如表 3-4 所示。

表 3-4 MQ-4 型烟雾传感器引脚功能表

引脚号	引脚名称	引脚功能
1	VCC	DC 供电 3-5V
2	DO	报警输出，数字信号
3	AO	数据输出，模拟信号

3.4.2 模数转换器 ADC0832

ADC0832 是一款 8 位精度的 A/D 变换器，其分辨率达到 256 级，能够满足各种类型的模数变换需求。该电路具有多路供电和基准供电两种功能，可提供 0-5 V 的模拟供电。该芯片的转换过程只需 32 微秒，并配有两个资料输出，可以作为资料验证，降低资料错误，并且其快速、稳定的特性。采用了单独的晶片支持输入方式，便于多设备的挂起及微机的控制。在 DI 信号的输入上，可以方便地进行信道函数的选取。

ADC0832 芯片可以将模拟信号转化成数字信号，并且芯片的转换位数为 8 位，其工作原理是利用逐次近似型来完成模数转换，在电子技术领域中，它得到了广大爱好者的青睐，在工业控制和比赛中，它有着非常好的实用性，它可以与许多的处理器相匹配，可以满足许多系统设计领域的需求，而且它的尺寸相对较小，对于芯片的输入电压也相对容易达到要求。ADC0832 管脚功能如表 3-5 所示。

表 3-5 ADC0832 引脚功能表

管脚	名称	说明
1	CS	片选使能
2	CH0	模拟量输入通道 0
3	CH1	模拟量输入通道 1
4	GND	电源负极
5	DI	数据信号输入
6	DO	数据信号输出
7	CLK	时钟输入
8	VCC	电源正极

3.4.3 瓦斯采集电路

MQ-4 是一种气体浓度检测模块，其模拟信号可以通过 ADC0832 芯片的 CH0 引脚进行输入，并由该芯片的 DO、DI 引脚输出数字信号到单片机中。为了保证信号传输的稳定性，CLK 被用作时钟芯片，并与单片机相连。时钟芯片能够提供精确的时序信号，以维持芯片之间的连接稳定。烟雾采集电路如图 3-7 所示。

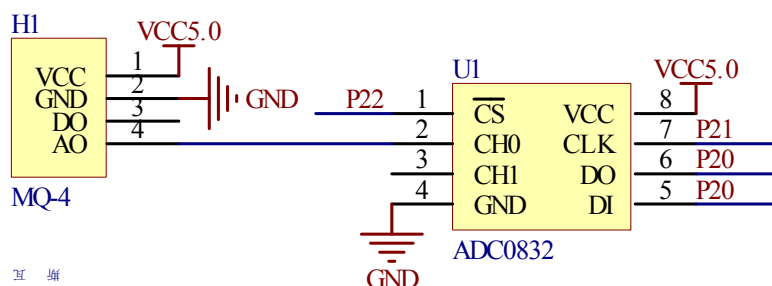


图 3-7 烟雾采集电路

3.5 声光报警电路设计

有源蜂鸣器是一种以直流电为电源的集成式电子信号装置，在计算机，打印机，复印机，报警器，定时器等方面得到了广泛的应用。蜂鸣器有两种。在一个线路中，用一个字母 H 或者 HA（老的标准是调频，LB，JD，等等）来指示蜂鸣器。这个蜂鸣器是由三极管 9014 供电的。在 9014 的基础输入上连接到 MCU 管脚 P12。在 MCUP12 的输入为 0 的情况下，三极管被接通并发出嗡嗡声；如果 P12 是 1 的高电平，则三极管关断，而蜂鸣就会消失。声光报警电路设计如图 3-8 所示。

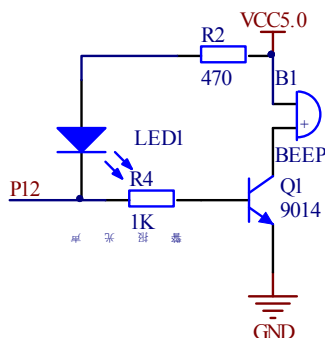


图 3-8 声光报警电路图

3.6 按键设置电路设计

独立键盘是一种输入装置，它是用单片机输入输出端口上的高、低电平来判断是否按下了按钮。在使用独立键盘时，常开键需一端接地，另一端接输入输出端口。这个输入输出端口在程序开始的时候就被设为高电平。输入输出端口在没有按键被按压时保持高电平；当按键被按压时，输入输出端口在这一时刻变得低。当按键松开时，单片机内部的 I/O 口会保持在高电平。通过对程序输入输出端的检测，就可以判断是否发生了关键操作。本装置将按键的 3 个端口分别连到单片机 P34，P35，P36 上，分别用 KEY1 表示选择，用“+”表示 KEY2 表示，用“-”表示。总之，独立键盘是一个简单实用的输入装置，可以在各种嵌入式系统中得到广泛的应用。按键电路图如图 3-9 所示。

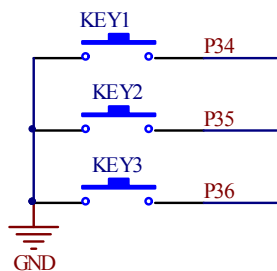


图 3-9 按键电路设计

3.7 电源供电电路设计

根据设计的特殊性，装置需要安装在井下，有线供电不方便，所以电源连接电池。电池是 5V 的，它可以给系统中所需的 5V 电源装置和电路上电，之后通过 ASM1117 将 DC5V 电压下降到 DC3.3V，在该设计中，只需要一个 3.3V 的直流电源就可以给通信模块供电。其中，C1,C2 起到抑制脉动的作用。

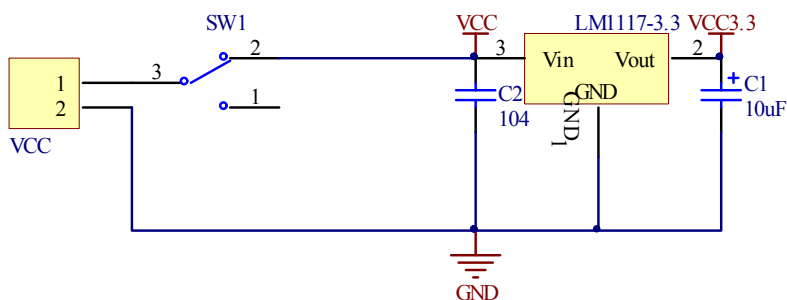


图 3-10 电源供电电路

3.8 本章小结

这一章对各个模块的原理进行了介绍，接着按照介绍的原理，引脚功能等进行了相应的局部电路的设计。在此基础上，分别对各个部分进行了详细的分析，并给出了总体方案。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/506115212234010112>