

2 系统的硬件电路设计

2.1 主控制器电路设计

主控芯片是整个系统的数据处理单元。主控芯片主要负责数据操作、中断响应等各种逻辑指令。主控芯片的工作频率与整个系统设计相关的内部硬件资源是好还是坏，要充分了解资源需求等系统要求，自行选择适合恰当的控制芯片。否则，选择低性能主控芯片可能会影响整个系统性能，并为设计增加额外的困难。本设计中采用 STC89C52 单片机最小系统。STC89C52 单片机最小系统具有体积小、质量轻、功能强、功耗低、性价比高等特点。在本设计整套系统中起到了信号处理实时控制的作用，可以监测按键和采集传感器的各项参数，同时还能驱动 LCD1602 液晶显示检测到 PM2.5 浓度数据。STC89C52 单片机最小系统由 STC89C52 芯片、复位电路、时钟电路及输入/输出端口设备等构成。

STC89C52 单片机是美国 STC 公司开发制造的一种 8 位微控制芯片，拥有 512 字节的数据存储空间和 8K 字节的程序存储空间。共 40 个引脚，2 个优先级设置，3 个十六位强大定时/计数器，4 个八位并行 I/O 端口，5 个优质中断源。STC89C52 单片机的时钟引脚为 XTAL1 和 XTAL2；控制信号的引脚有 RST，ALE，PSEN 和 EA；I/O 端口有 P0，P1，P2 和 P3。

复位电路主要用于协助单片机来实现启动过程，控制单片机工作的起始状态。在单片机工作过程中，受到外界干扰而出现代码丢失、运行出错或直接死机、停止运行的时候，此时通过复位，单片机内部的烧录代码就会自动重新执行。复位方式一般分为自动复位和手动按键复位，本设计为了编程的简单化，采用了外部手动按键复位的方式。STC89C52 单片机的 P0 脚内无上拉电阻，为开漏输出。所以在本设计中 P0 脚用作输出端口，需另加上拉电阻以加大输出的驱动能力，本设计采用 10K 的排阻作为上拉电阻。

时钟电路好比心脏，单片机的工作动力都来源于它。时钟电路其实本质就是一个晶体振荡电路，提供一个正弦波信号作为基准让单片机进行工作，因此单片机的运行速度及处理能力都是由时钟电路决定。XTAL1 为反相放大输入端，XTAL2 为反向放大输出端。本设计中外接的石英晶体振荡器具有 11.0592MHz 的振荡频率。

STC89C52 芯片内部结构框图如图 2.1 所示：

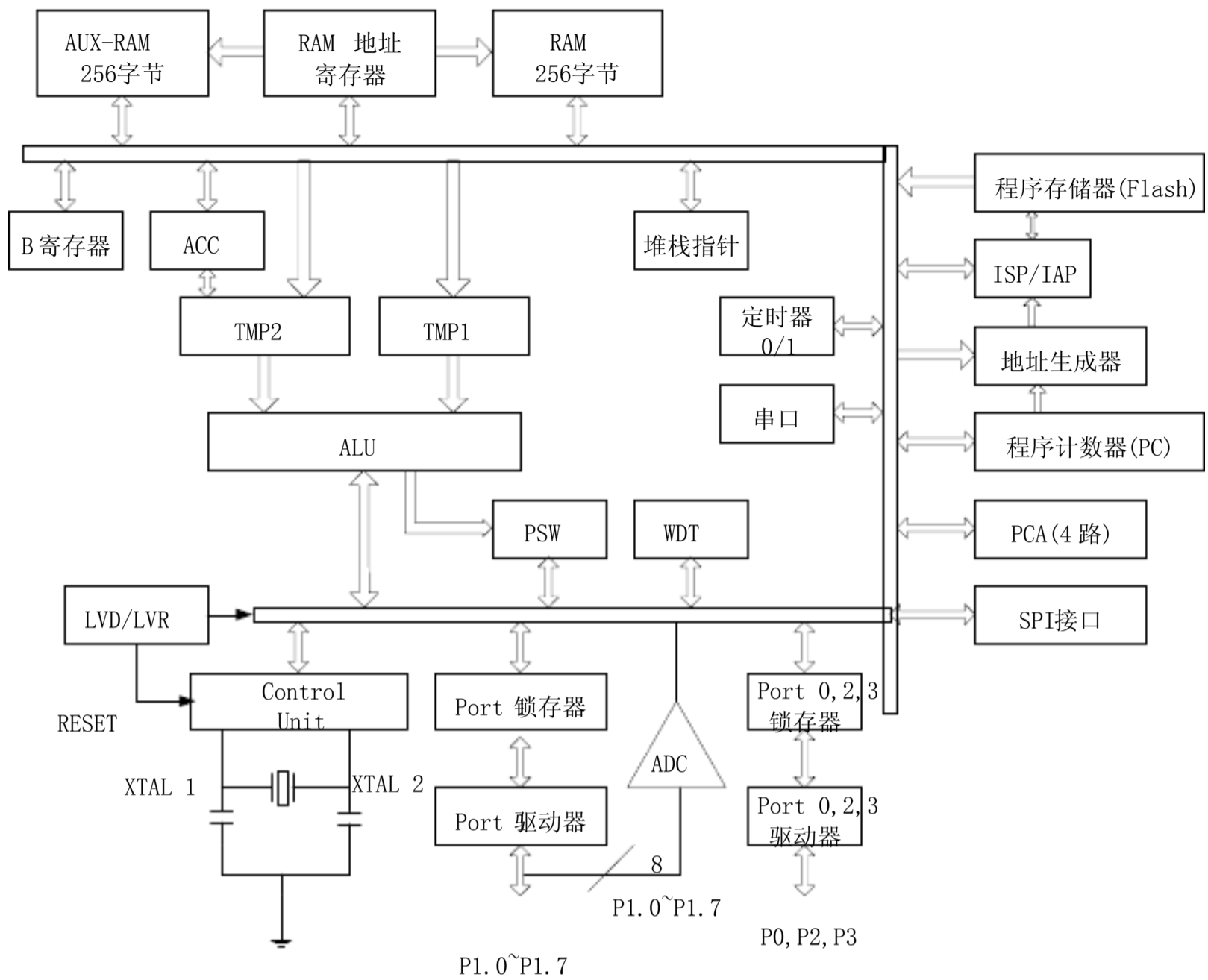


图 2.1 STC89C52 芯片内部结构框图

单片机最小系统，就是用不能再少的器件来组成单片机工作的电子控制系统。对于 C52 单片机，最小系统通常具有芯片、系统时钟、复位电路几部分。其框图如图 2.2 所示：

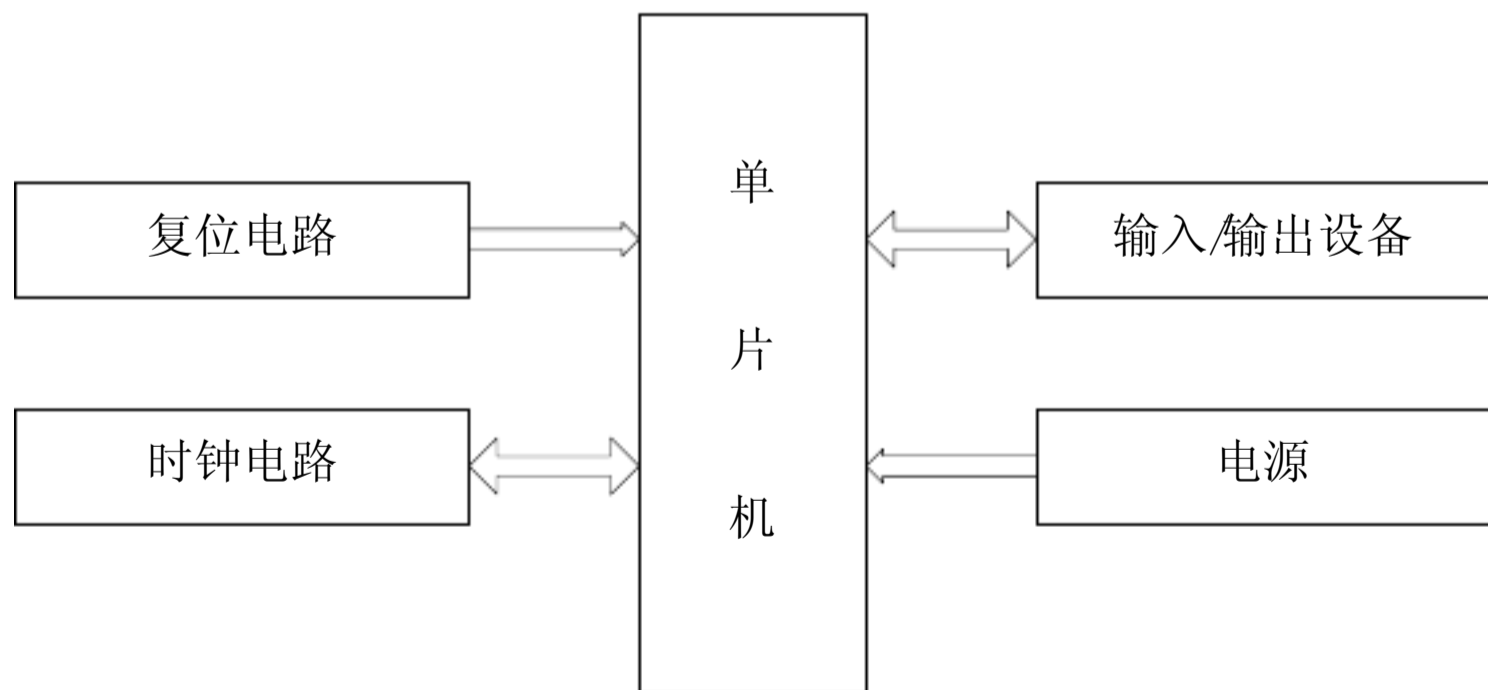


图 2.2 单片机最小系统框图

系统时钟电路：系统时钟电路主要用于为主控芯片提供时钟节拍，在人体中就相当于心脏的作用，只有随着心脏的跳动，血液才会到达身体各个部位，以保持人体生存及生活。本次设计选用 12M 的晶振作为系统时钟。具体系统时钟的电路设计如图 2.3 所示：

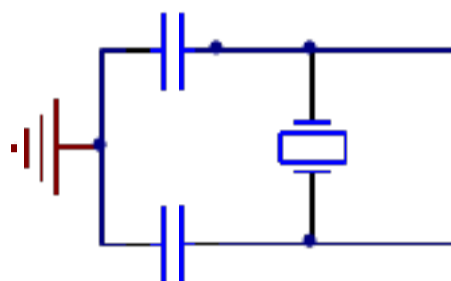


图 2.3 系统时钟电路图

复位电路：本次设计采用的最小系统板为低电平复位。即当按键自然释放时 RSTSET 端输入信号为高电平，当按键按下时 RSTSET 端的输入信号为低电平，从而实现电路的复位。具体复位电路的设计如图. 4 所示：

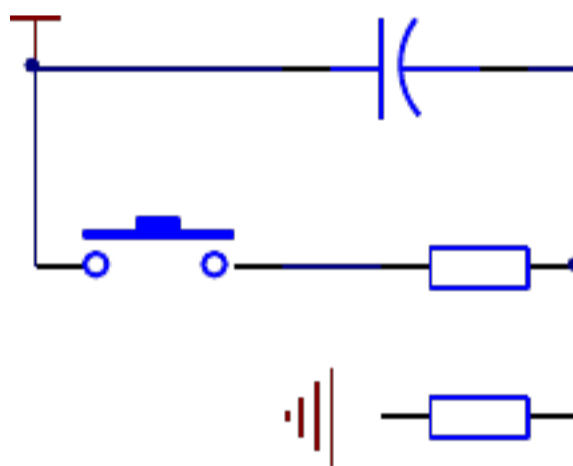


图 2.4 复位电路图

单片机：复位电路 C3 的参数会对单片机的复位时间造成影响，实际应用中通常选用 10uF 极性电容。在工作模式下，可选用频率更大的晶体振荡器，因为单片机的晶振频率可对单片机的运算速度造成影响，即晶振频率越大，相应运算处理速度会越快。

STC89C52 微控制芯片的正常工作电压范围在 3.8V-5.5V 之间，在本设计中通过外接 5V 直流电源给单片机供电。主控制器电路如图 2.5 所示：

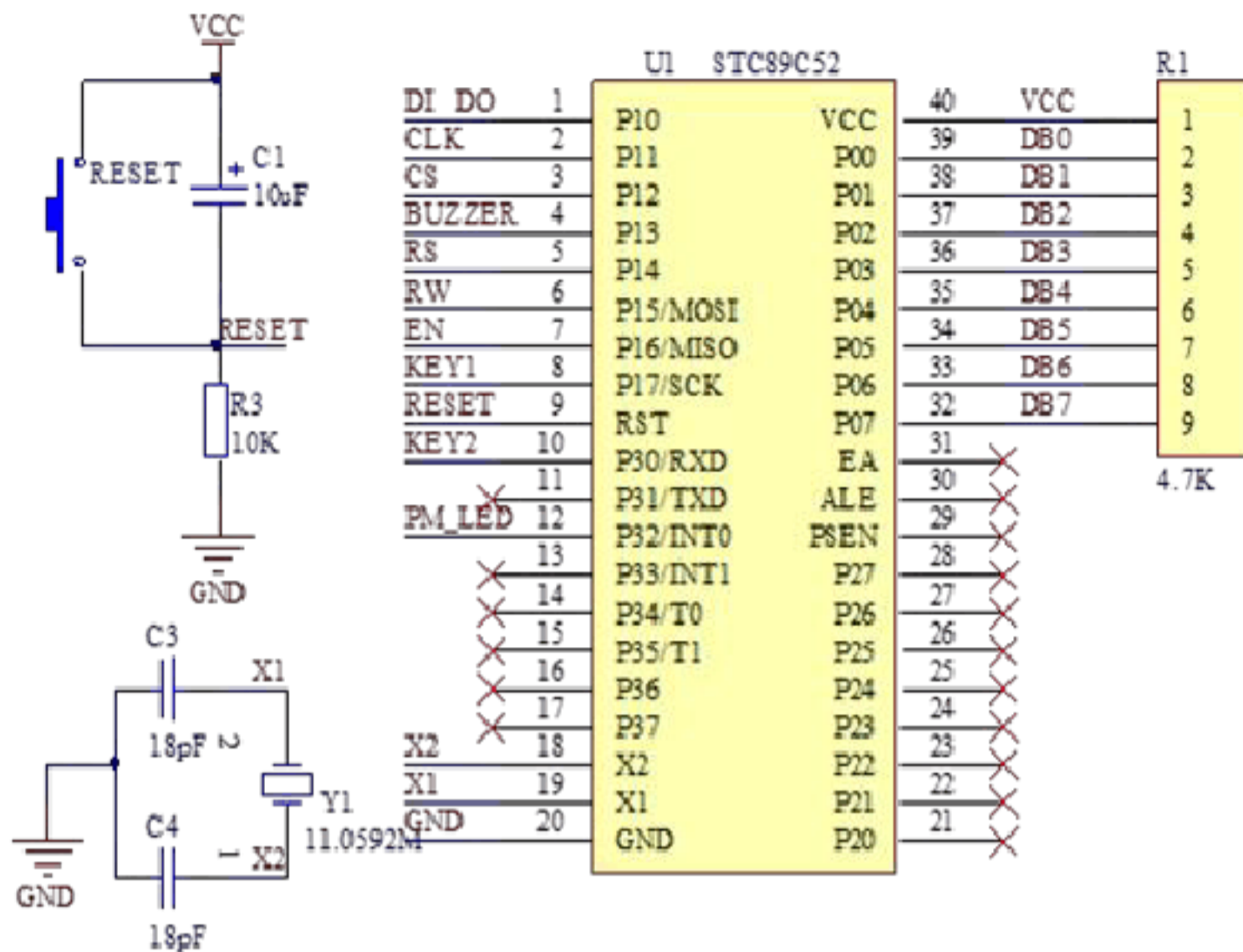


图 2.5 单片机最小系统电路

2.2 粉尘传感器电路设计

粉尘传感器电路主要是用来采集检测空气中的 PM2.5 浓度并输出一个准确有效的电压模拟量。本设计中采用的传感器的工作原理是通过单片机的控制管脚向传感器的 LED 端传送一个有效脉冲信号，此时传感器内部的 NPN 三极管就会驱动红外发光二极管开始工作，发射红外光进行检测。当红外光照射到粉尘上时就会发生一种折射现象。此时内部光电晶体管开始采集检测经过粉尘折射后的红外光，转换处理成稳定模拟电压信号传送给 A/D 转换芯片，最后模拟电压信号经过 A/D 芯片转成数字信号传送给单片机进行进一步处理。

本次设计中选用的是夏普公司所产的 GP2Y1010AU0F 粉尘传感器，主要利用光学传感技术研发而来。它可以有效地检测出烟、雾、霾等非常细小的颗粒物，还能通过脉冲模拟输出的方式区分出检测的物质烟雾还是灰尘。电源正极接其 V-LED 端，负极也就是地接 LED-GND 端，这两个端口接通才可以驱使传感器红外二极管及 LED 开始工作了。Vo 端为检测到的粉尘浓度电压模拟量输出端，LED 端为串行数据的输入端，S-GND 端接地即可，V_{cc} 端接电源的正极。该传感器可以做到通电 1 秒之内就稳定，可以马上进行正常的检测处理工作。检测原理是从输出电压模拟量来做判定的。粗大粉尘颗粒输出间隔、较高的脉冲电压信号，而细小粉尘颗粒物输出连续、较高的脉冲电压信号。

将一个 $150\ \Omega$ 电阻和一个 $220\ \mu\text{F}$ 电容接到 1 脚。3 脚 LED 端接到单片机的 P1^0 ，单片机通过 P1^0 口给传感器 LED 端传送一个脉冲电压信号用以控制是否开始工作的。检测到粉尘浓度电压模拟量将从 Vo 端进行输出，所以将传感器 Vo 端接到 AD 芯片的通道 1，传感器产生的电压模拟量通过此端口传送给 ADC0832 芯片。1 脚和 2 脚接电源正负极用来给传感器内部红外二极管供电。具体电路图如图 2.6 所示：

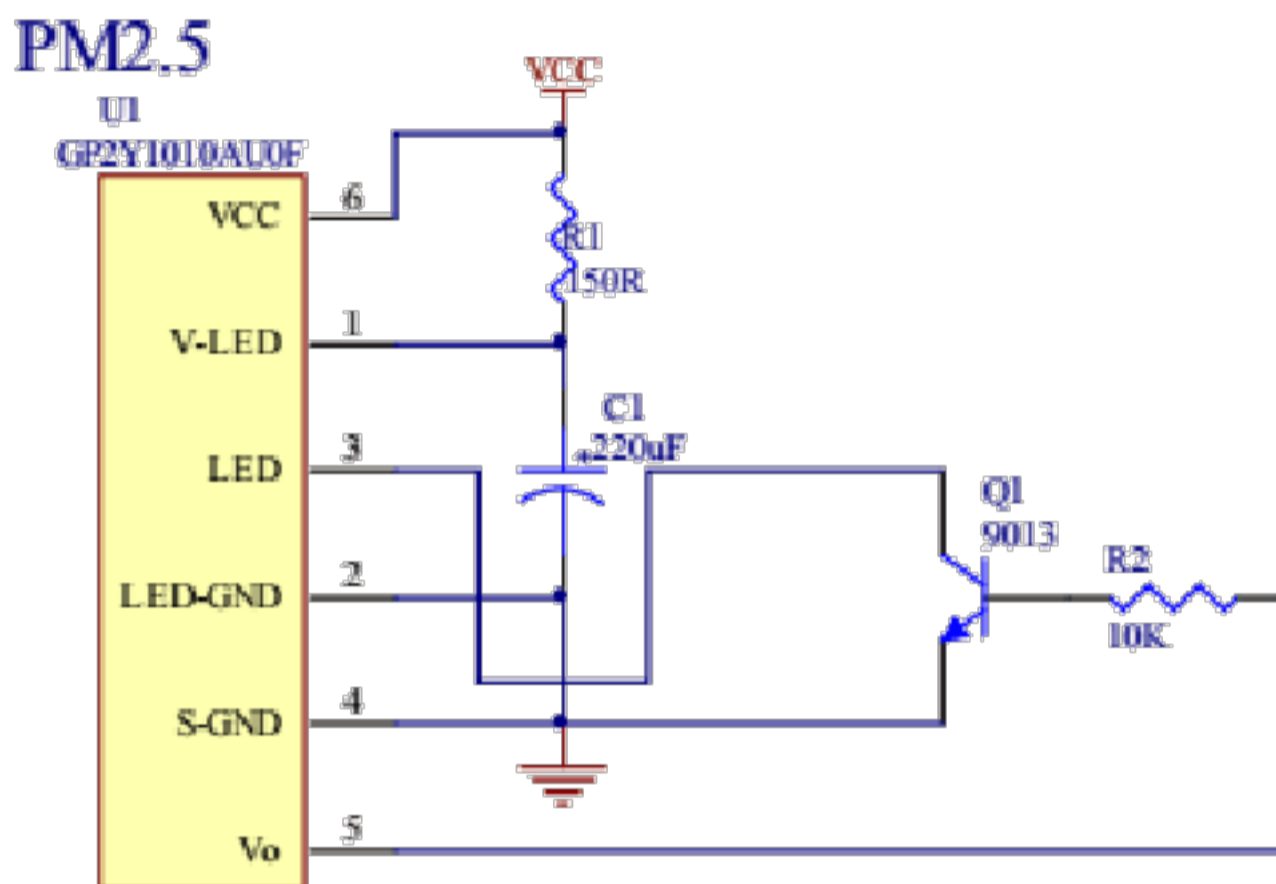


图 2.6 粉尘传感器电路原理图

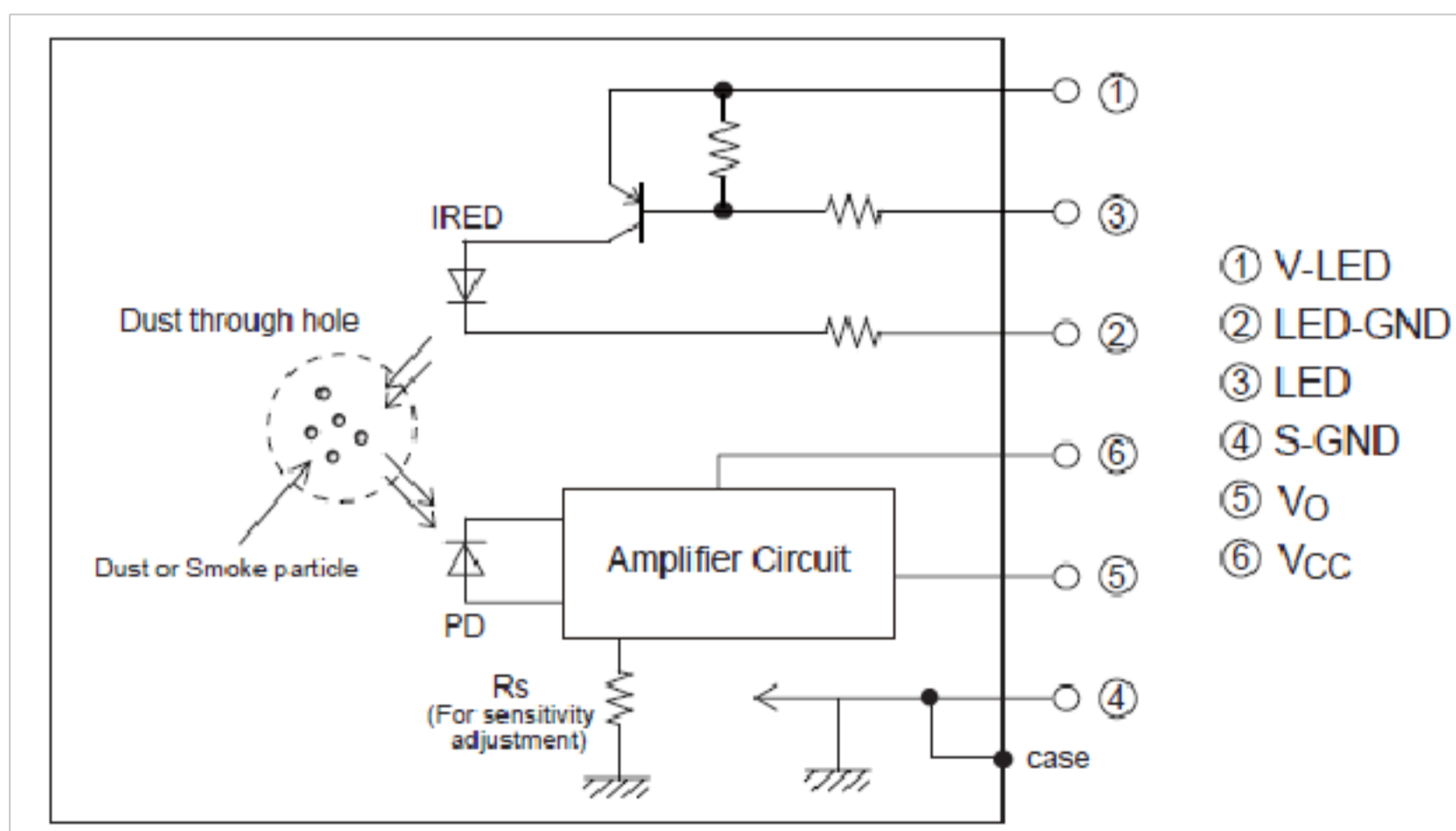


图 2.7 粉尘传感器内部结构图

表 2.1 粉尘传感器技术参数表

电源电压	4.5 V ~ 5.5 V
灵敏度	0.5V/(0.1mg/m ³)
输出电压	3.4V
消耗电流	20mA (最大)
工作温度	-10~65℃
存储温度	-20~80℃



图 2.8 GP2Y1010AU0F 粉尘传感器实物图

2.3 模数转换电路设计

通过对粉尘传感器输出模拟信号的转换，将 PM2.5 的浓度参数发送给单片机进行检测。所以模数转换电路是单片机与传感器间的协调者，在单片机系统中扮演着极为重要的角色。

本设计中采用 ADC0832 对模数转换电路进行构建，它是一种 8 位 A/D 转换芯片，最高可达 256 级分辨率。32 μ S 的极速转换时间，双数据输出进行严格的数据校验，有效地降低了芯片数据误差，稳定性强。独立的使能输入方式，使挂载多器件和控制处理变得更为便捷。ADC0832 单通道模拟信号输入状态下的电压范围需控制在 0~5V 之间，当其工作在 8 位分辨率的状态下，输出模拟信号精度可达 19.53mV。

ADC0832 芯片与单片机在正常情况下应有 4 条数据线相连，分别是 CLK 和 CS、D1 和 D0。但在实际通信时 D1 端与 D0 端未同时有效，并且双向连接到单片机，所以在设计电路时可将 D1 和 D0 接在一个单片机管脚上进行使用。本设计中 ADC0832 芯片的 D1 端和 D0 端均接到了单片机的 P1² 口，选择数据信号从 D1 端进行输入，数据由 D0 端进行输出；CLK 端接到了单片机的 P1¹ 口为 AD 芯片提供时钟输入；使能端 CS 接到了单片机的 P1⁴ 口；传感器模拟电压输出到通道 CH1 端。模数转换芯片电路如图 2.9 所示：

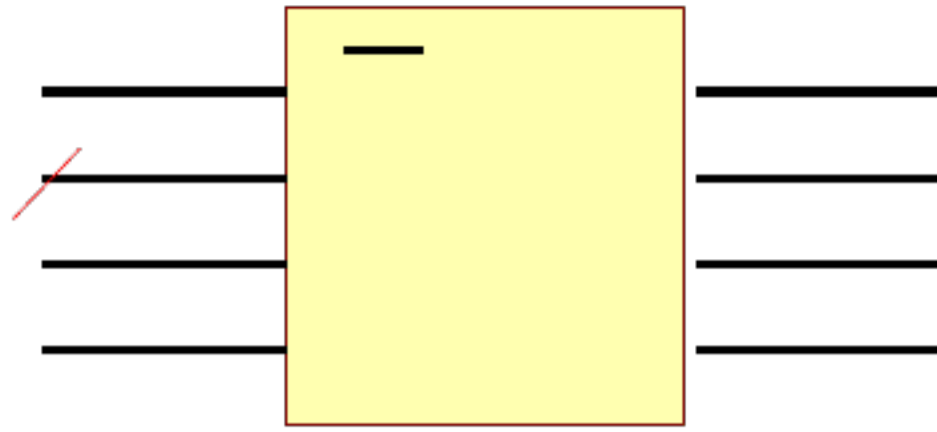


图 2.9 ADC0832 芯片电路原理图



图 2.10 ADC0832 芯片实物图

表 2.2 ADC0832 各脚功能

引脚	功能介绍
CS ⁻	片选使能，低电平芯片使能
CH0	模拟输入通道 0，或作为 IN+/-使用
CH1	模拟输入通道 1，或作为 IN+/-使用
GND	芯片参考 0 电位（地）
DI	数据信号输入，选择通道控制
CLK	芯片时钟输入
DO	数据信号输出，转换数据输出
Vcc/REF	电源输入及参考电压输入（复用）

2.4 液晶显示电路设计

在工业控制中，显示器件向来是很重要的一环，随着科技的迅速发展，显示器件的种类也越来越多，目前主流的显示器件就是液晶显示器。液晶显示器简称 LCD 显示器，它是利用液晶经过处理后能够改变光线的传输方向的特性实现显示信息的。

液晶显示器按其功能分为三类：笔端式液晶显示器、字符点阵式液晶显示器、图像点阵式液晶显示器。前两种能够显示数字、字符等，而图形点阵式液晶显示器还可以显示汉字和任意图形。

本设计我们选用经济实惠的字符型液晶显示器 LCD1602 作为显示器件。LCD1602 可以显示两行，每行 16 个字符，采用+5V 电源供电，外围电路配置简单，价格便宜，具有很高的性价比。本设计功能要求为单片机接收到信号后，经运算处理，要在液晶显示器上面直观显示最终的 PM2.5 浓度检测结果。用来显示英文字母、阿拉伯数字及常用符号等点阵式的 LCD 常叫做字符型液晶显示器，目前常用的显示器尺寸有 16*1，16*2，20*2 和 40*2。

本设计中采用的是 LCD1602。LCD1602 顾名思义可以有效地显示 16*2 个字符，液晶芯片的工作电压范围应控制在 4.5~5.5V 之间。LCD1602 液晶显示器的字符存储器存有 160 个不同的字符点阵，其中包括英文字母、数字及一些常用符号等，固定的代码对应着固定的字符。可通过 VL 端进行调整液晶的显示对比度，当此引脚接电源正极时，液晶的对比度最弱，当此引脚接地时，液晶的对比度最高；液晶的 RS 脚为寄存器的选择端，当此引脚电平置低时，液晶对应选择数据寄存器、当此引脚电平置高时，液晶相应选择指令寄存器；液晶的 RW 端为读写控制端，当此引脚电平置低时，液晶将进行读操作，当此引脚电平置高时液晶进行写操作；液晶的 E 脚为使能端，当使能端 E 的电平从高变低时，液晶才会开始执行命令；D0 到 D7 为八位数据端。

LCD1602 模块的命令操作端有 RS、RW 和 EN，单片机的 P2⁵、P2⁶、P2⁷ 脚分别与之相连。数据端口 DB0~DB7 分别接在单片机的 P0⁰~P0⁷。为了保持 LCD1602 液晶具有较高的亮度，一般电路设计中都会将 VL 端串联一个 2K 的电阻接地。具体电路图如 2.11 所示：

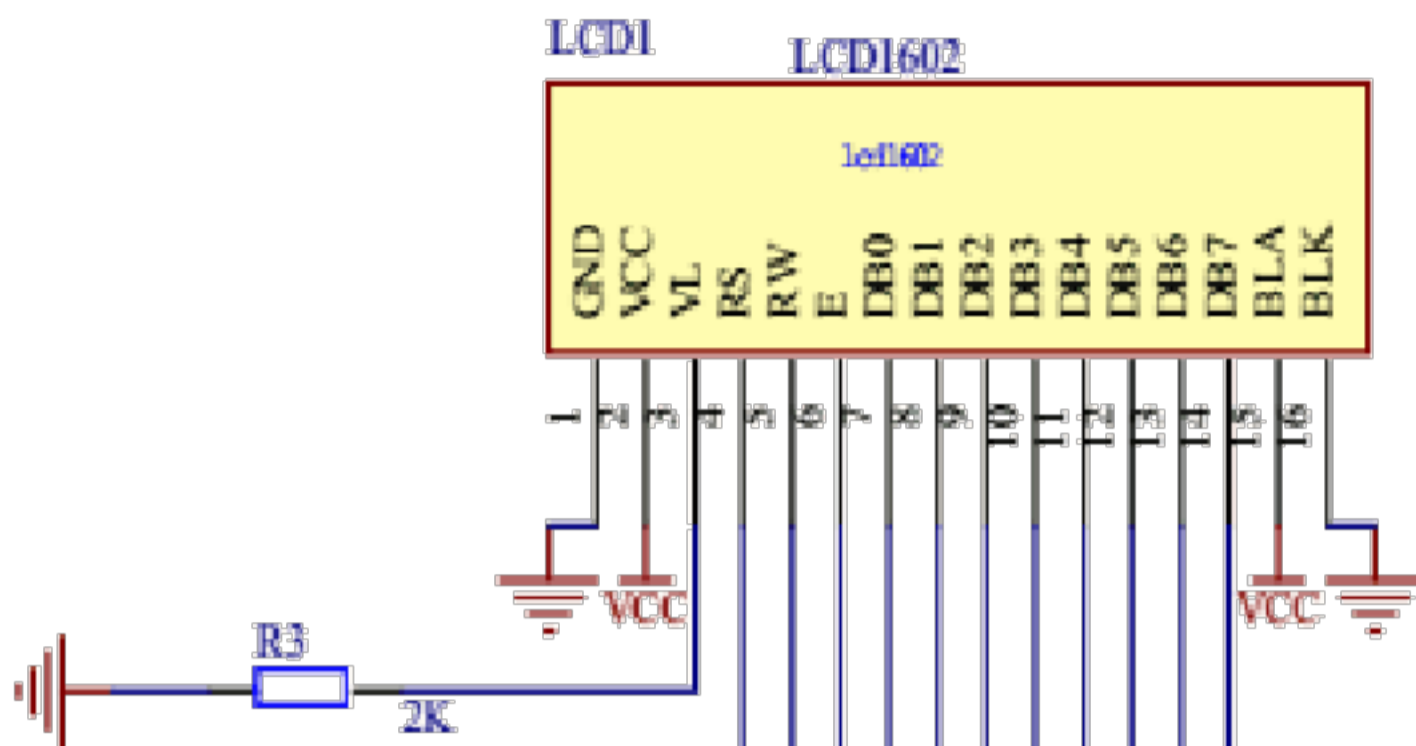


图 2.11 LCD1602 液晶显示电路原理图

LCD1602 管脚定义：

第 1 脚： VSS 为接地脚

第 2 脚： VDD 接 5V 正电源

第 3 脚： VO 为液晶显示器对比度调整端，接正极电源时对比度最弱，接地电源时对比度最高，对比度过高时会产生“鬼影”，使用时可以通过一个 10K 的电位器调整对比度

第 4 脚： RS 为寄存器选择，高电平时选择数据寄存器，低电平时选择指令寄存器

第 5 脚： RW 为读写信号线，高电平时进行读操作，低电平时进行写操作。当 RS 和 RW 共同为低电平时可以写入指令或者显示地址，当 RS 为低电平，RW 为高电平时可以读取忙信号，当 RS 为高电平，RW 为低电平时可以写入数据

第 6 脚： E 端为使能端，当 E 端由高电平跳变成低电平时，液晶模块执行命令

第 7-14 脚： D0—D7 为八位双向数据线

第 15-16 脚： 空脚

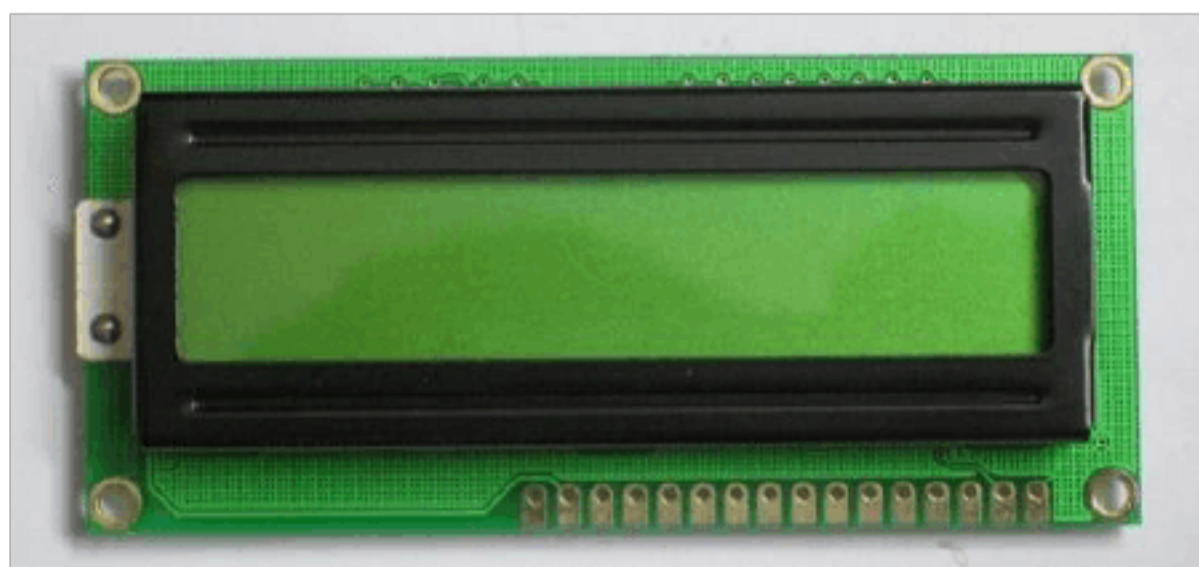


图 2.12 LCD1602 液晶模块实物图

驱动过程:

1. 上电复位后, 系统进入 IDLE 状态, 首先进入 setfunction 状态, 执行指令 6
2. 经过一个时钟周期进入 SWITCHMODE, 执行指令 4, 设置整体显示的开关、光标显示的开关及光标是否闪烁
3. 进入 CLEAR 状态, 执行指令 1, 清屏
4. 进入 SETMODE 状态, 执行指令 3, 设置文字、光标是否移动及移动方向
5. 进入 SETDDRAM 状态, 执行指令 8, 设置 DDRAM 的初始地址, 这里先设置第一行显示的初始地址: 1000_0000, 最高位 1 为保留位, 后七位为初始地址
6. 进入 WRITERAM 状态, 将要显示的字符的地址写入 DDRAM, 这里先显示第一行, 显示完毕后, 在进入 SETDDRAM 状态, 设置第二行显示的初始地址为 1100_0000
7. 进入 SHIFT 状态, 执行指令 5, 设定文字向左移动, 此后, 一直在 IDLE 状态 and SHIFT 状态循环, 保持文字一直处于左移显示状态。

表 2.3 主要技术参数

显示容量	16×2 字符
芯片工作电压	4.5~5.5V
工作电流	2.0mA (5V)
最佳工作电压	5V
字符尺寸	2.95×4.35 (W×H) mm

2.5 电源电路设计

本设计中采用了变压插头及 USB 线输入一个 5V 电压为系统供电。其中 P1 为 5V 供电接口, 1 脚为电源正极, 2 脚为电源负极, K1 为电源供电开关, 仅连接 1 脚和 2 脚即可, 对其他引脚进行固定, D2 为电源开关指示灯, R8 为电源开关指示灯的 1K 限流电阻。具体电路图如 2.13 所示:

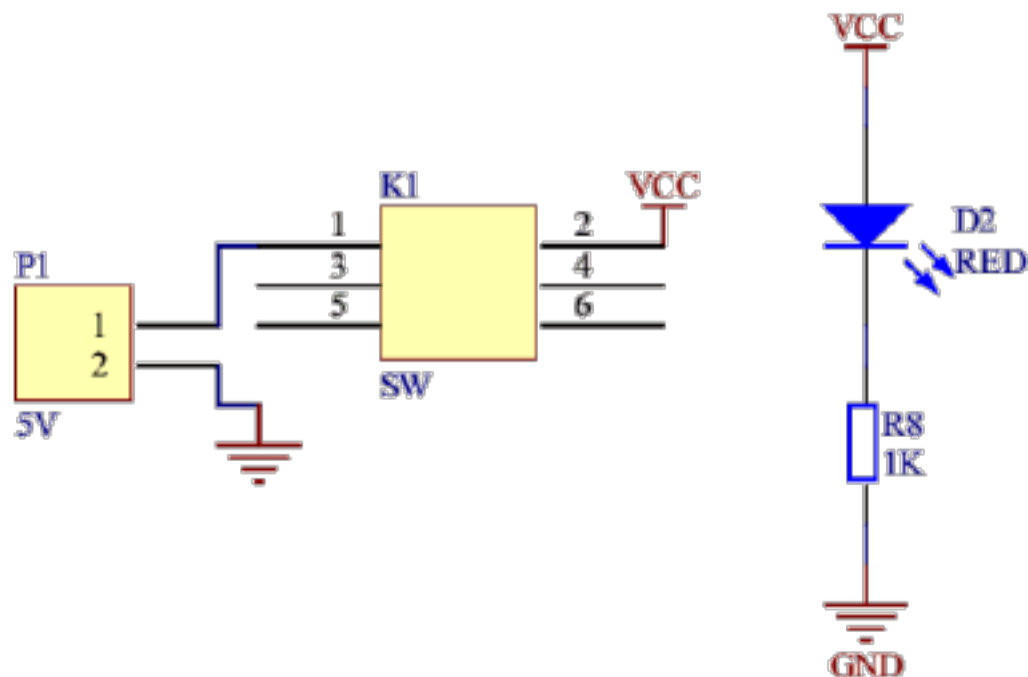


图 2.13 电源电路原理图

2.6 按键电路设计

本设计中采用三个独立按键组成了操控电路，每一个按键都连接一个单片机端口，这样可以使每个按键的状态互不影响避免干扰。通过操控按键可以对 PM2.5 空气质量检测系统的 PM2.5 浓度报警上限阈值进行设置。一个按键用来对设置模式进行切换，一个按键用来对检测阈值的参数进行增加，一个按键用来对检测阈值的参数进行缩减。具体电路图如图 2.14 所示：

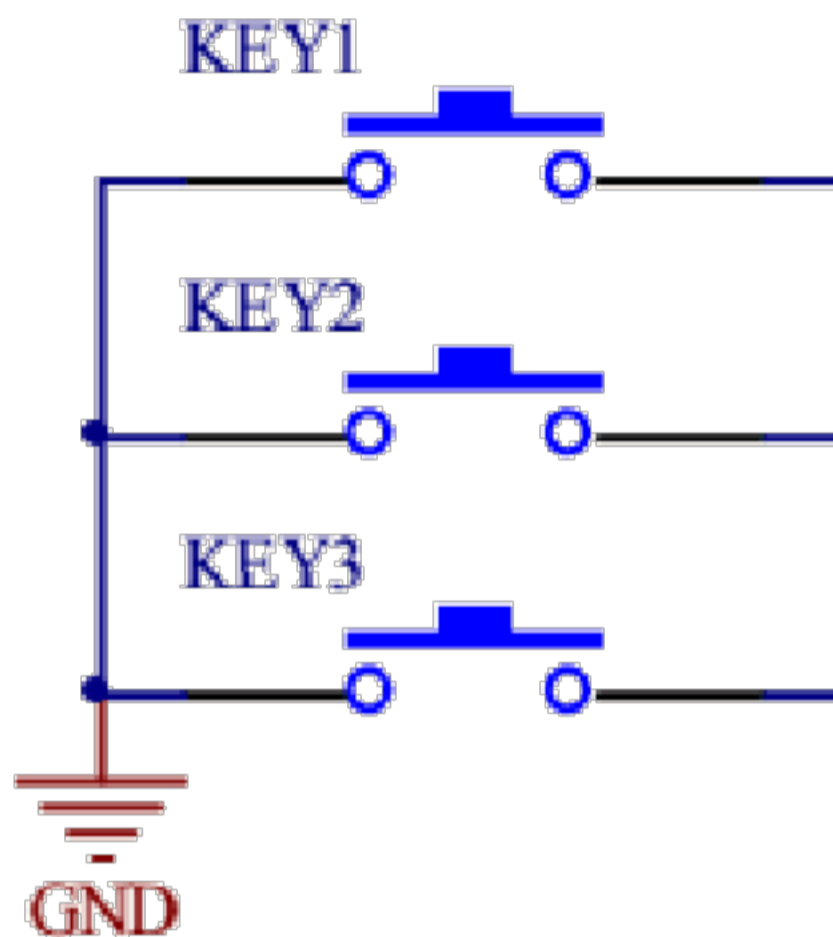


图 2.14 按键电路原理图

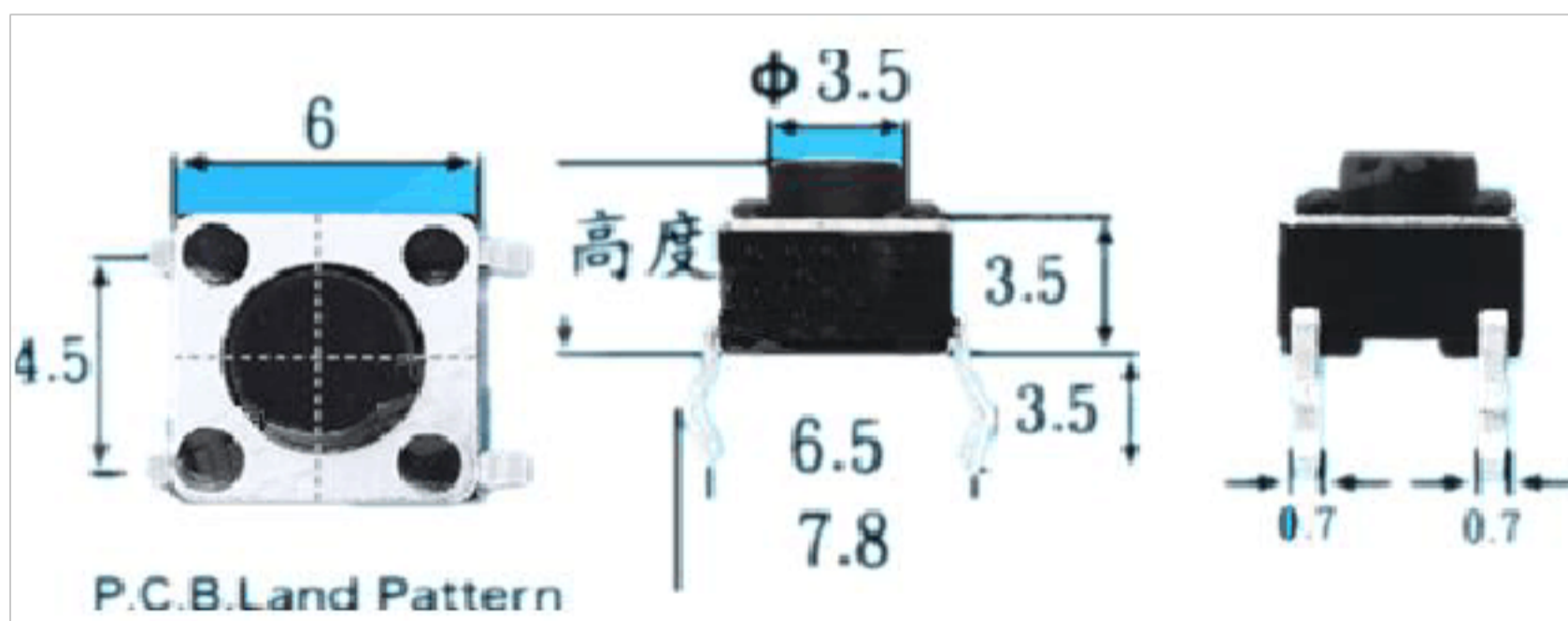


图 2.15 按键实物图

2.7 报警电路设计

本设计中采用了声光联合报警。由于单片机本身的驱动能力不够，所以设计中应用一个 NPN 型三极管 9012 对单片机的驱动能力进行提升。当单片机 P3⁶ 端电平置低时，三极管 Q2 的 $V_E > V_B > V_C \gg 0$ ，集电结发生反偏现象，发射极发生正偏现象，三极管整体处于饱和导通状态，此时的发光二极管 D1 和蜂鸣器 BU1 就会发出报警。当单片机 P3⁶ 端口电平置高时，就会引起三极管的截止，随之停止声光报警。

具体电路图如图 2.16 所示：

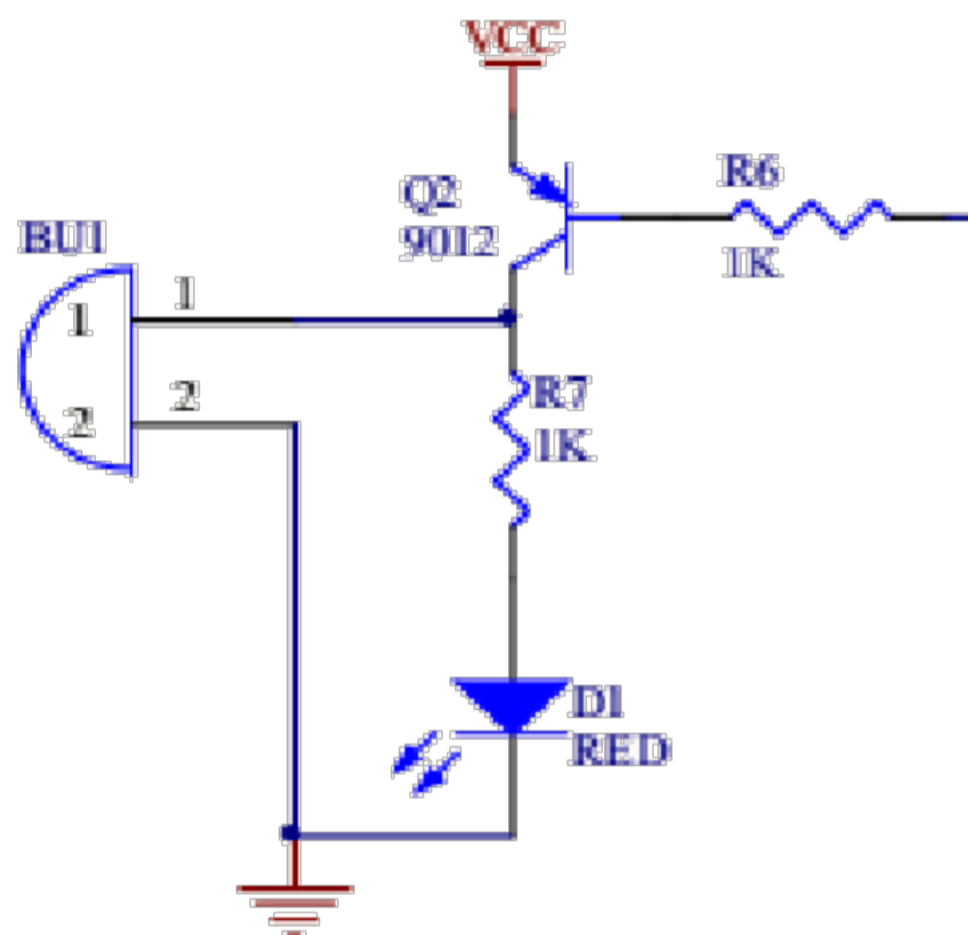


图 2.16 报警电路原理图

2.8 本章小结

本章根据设计好的相应系统方案和选定的器件，设计了包括主控制器电路、粉尘传感器电路、模数转换电路、液晶显示电路、按键电路、电源电路、报警电路的系统电路图，并对各器件的结构及使用进行了详细说明介绍。

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/398143122064007005>