

特别说明

此资料来自豆丁网(<http://www.docin.com/>)

您现在所看到的文档是使用**下载器**所生成的文档

此文档的原件位于

<http://www.docin.com/p-85085705.html>

感谢您的支持

抱米花

<http://blog.sina.com.cn/lotusbaob>

信 息 工 程 学 院

学 位 论 文

二维高精度液晶显示电子指南针设计

论文作者姓名：

申请学位专业：

电子科学与技术

申请学位类别：

工学学士

指导教师姓名(职称)：

论文提交日期：

二维高精度液晶显示电子指南针设计

摘 要

早期的指南针采用了磁化指针和方位盘的组合方式，整个指南针从便携性、指示灵敏度上都有一定不足。本系统采用专用的磁场传感器结合高速微控制器（MCU）的电子指南针能有效解决这些问题。

系统采用了磁阻（GMR）传感器采集某一方向磁场强度后通过 MCU 控制器对其进行处理并显示上传，通过对电子指南针硬件电路和软件程序的分析，阐述了电子指南针基本的工作原理及实现。实际测试指南针模块精度达到 1° ，能够在 LCD 上显示当前方位并能通过键盘控制上传指南针处理得到的数据到上位机。

关键词：电子指南针；GMR；MCU；LCD

The design of Two-dimensional High-precision LCD Electronic Compass

Abstract

Since the early use of a magnetic compass and direction-pointer of the composition, the entire compass from scratch, on the instructions of a certain sensitivity of the defect. Using a dedicated high-speed magnetic sensors with microcontroller (MCU) electronic compass can effectively solve these problems.

The system is designed by the reluctance (GMR) sensors collecting a certain direction through the magnetic field strength after the MCU Controller its judgement will be dealt with the results, through the LCD screen display and can be sent to the MCU's top serial Machine. The actual test compass module can reach 1 °, in the LCD display on the current position of the keyboard and through selective compass upload the data processing.

Key words: Electronic compass; GMR; MCU; LCD

目 录

论文总页数：18 页

1 引言.....	1
1.1 课题背景.....	1
1.2 国内外研究现状.....	1
1.3 本课题研究的意义.....	1
2 系统框图及原理.....	1
3 磁场信号采集和处理.....	2
3.1 磁阻传感器.....	3
3.2 磁场测量 ASIC.....	3
4 系统硬件.....	5
4.1 系统控制器.....	5
4.1.1 控制器内部结构.....	5
4.1.2 控制器存储结构.....	5
4.1.3 控制器具体电路.....	6
4.2 系统扩展电路.....	8
4.2.1 通信电路.....	8
4.2.2 指南针模块接口电路.....	9
4.2.3 实时时钟电路.....	9
4.2.4 液晶显示电路.....	10
4.2.5 系统输入电路.....	11
5 系统软件.....	13
5.1 主监控程序.....	13
5.2 实时时钟驱动.....	14
5.3 人机界面驱动.....	14
5.3.1 液晶模块驱动.....	14
5.3.2 键盘驱动.....	14
5.4 指南针模块驱动.....	15
结 论.....	16
参考文献.....	16
致 谢.....	17
声 明.....	18

1 引言

1.1 课题背景

指南针的发明是我国劳动人民，在长期的实践中对物体磁性认识的结果。由于生产劳动，人们接触了磁矿石，开始了对磁性质的了解。人们首先发现了磁石引铁的性质。后来又发现了磁石的指向性。经过多方的实验和研究，终于发明了可以实用的指南针。

指南针的始祖大约出现在战国时期。它是用天然磁石制成的。样子象一把汤勺，圆底，可以放在平滑的“地盘”上并保持平衡，且可以自由旋转。当它静止的时候，勺柄就会指向南方。古人称它为“司南”。司南由青铜盘和天然磁体制成的磁勺组成，青铜盘上刻有二十四向，置磁勺于盘中心圆面上，静止时，勺尾指向为南。

但司南也有许多缺陷，天然磁体不易找到，在加工时容易因打击、受热而失磁。所以司南的磁性比较弱，而且它与地盘接触处要非常光滑，否则会因转动摩擦阻力过大，而难于旋转，无法达到预期的指南效果。而且司南有一定的体积和重量，携带很不方便，使得司南长期未得到广泛应用。

1.2 国内外研究现状

随着人们对指南针原理认识的不断深入，指南针也由先前笨重的“司南”发展到现在的便携式的指南针。但其基本构造是没有改变的，都是属于机械的指针式，其指示的机械结构基本上没有改变，都是利用某种支撑使得磁针能够受到地磁场的影响而自由的旋转。由于机械的先天因素导致了指针式指南针在便携性、灵敏度、精度以及使用寿命上都有一定的限制。由于国内外电子技术的飞速发展，特别是在磁传感器和专用芯片（ASIC）上的发展使能指南针的基本实现机理有了质的改变，不再是机械结构而采用了磁场传感器和专用处理器对磁场进行测量和处理后指示方向，这就是当前应用较为广泛的电子式指南针。

1.3 本课题研究的意义

本课题针对电子指南针的各个功能部件对电子指南针的关键部分做了详细的研究。电子指南针系统是一个典型的单片机系统，了解其工作原理及其信号处理流程有利于研究更加复杂的嵌入式系统，特别是系统中来自国外的磁传感器及其信号的采集芯片更是有利于研究磁场传感器的实现机理，以便将其更加广泛的应用。

2 系统框图及原理

电子指南针的系统主要由前端磁阻传感器、磁场测量专用转换芯片、单片控制器、辅助扩展电路、人机界面以及系统电源几个部分组成，系统结构如图 2.1 所示。

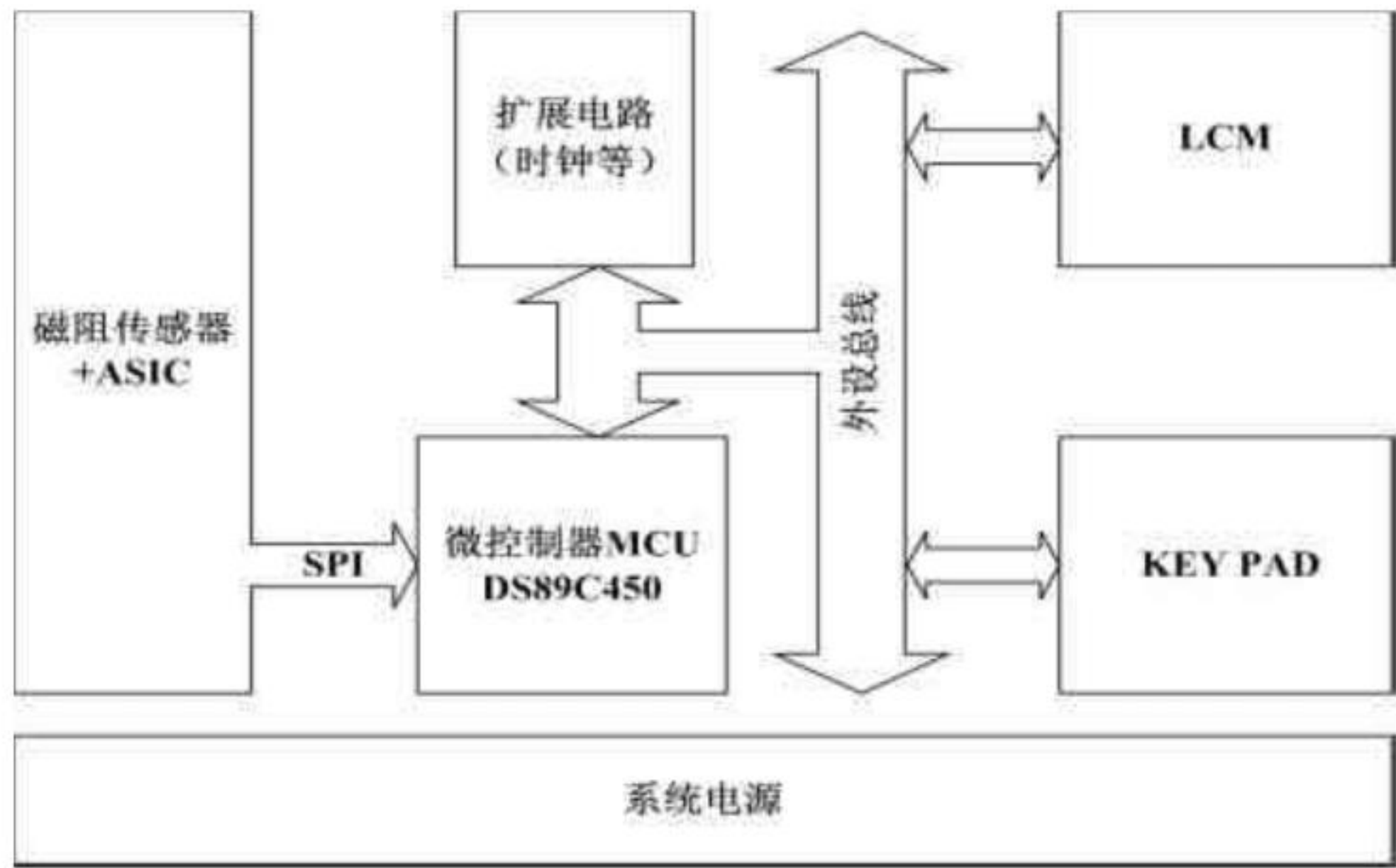


图 2.1 系统框图

整个系统中前端的磁阻传感器负责测量地磁场的大小并将磁场的变化转化为微弱的电流的变化，专用的磁场测量芯片负责把磁阻传感器变化的电流（模拟量）转换成微控制器可以识别的数字量，然后通过芯片内部的 SPI 总线上传给微控制器。微控制器将表征当前磁场大小的数字量按照方位进行归一化等处理后通过直观的 LCD 进行方位显示，同时可以通过键盘控制微控制器进行相应的操作，如将转换后的数据通过串口的形式发送到上位机。整个系统中还包含了实时时钟等一些辅助电路，使整个系统功能得到进一步的扩展。

3 磁场信号采集和处理

该部分主要完成对地磁场的测量、A/D 转换以及对数据的封包。整个前端的信号处理流程如图 3.1 所示。

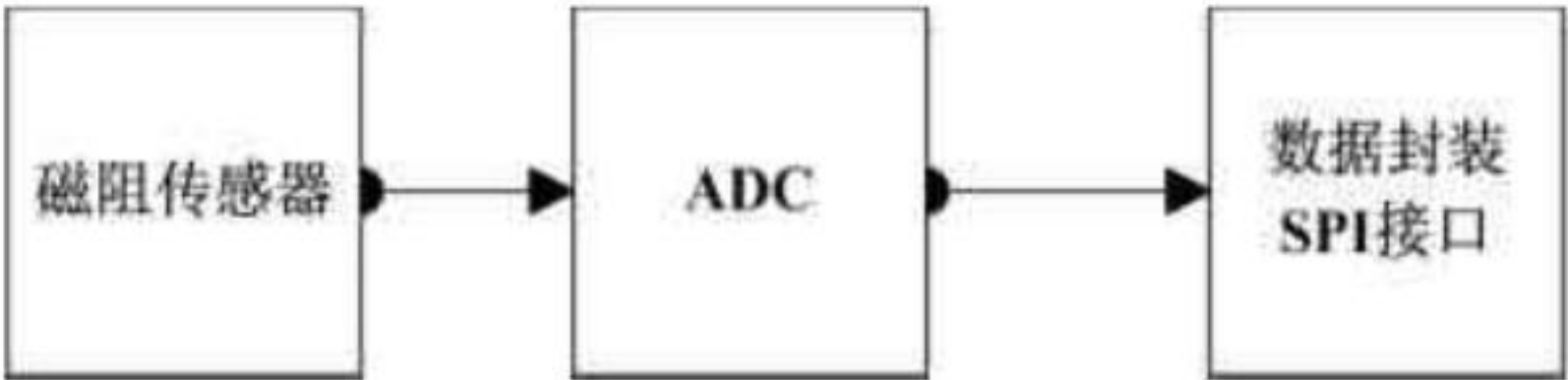


图 3.1 前端信号采集

3.1 磁阻传感器

整个磁阻传感器是系统中最前端的信号测量器件,传统的磁场测量都是采用了电感线圈的形式,在所设计的系统中,由于需要测量的是非常微弱的地磁场,地球表面赤道上的磁场强度在 $0.29\sim 0.40$ 高斯之间,两极处的强度略大,地磁北极约 0.61 高斯,南极约 0.68 高斯。传统的普通电感线圈的形式在如此微弱的磁场环境下感应产生的电流是非常微弱的,不便于 A/D 采样,增加了测量的难度。基于普通电感线圈测量的不足,所设计的系统采用了磁阻传感器来测量地磁场的强度。磁阻传感器是根据电场和磁场的原理,当在铁磁合金薄带的长度方向施加一个电流时,如果在垂直于电流的方向再施加磁场,铁磁性材料中就有磁阻的非均质现象出现,从而引起合金带自身的阻值变化。如图 3.2 所示。

由图中我们可以看出当磁场变化时铁磁合金的电阻会跟着变化,如果此时的电流不变,那么铁磁合金两端的电压将发生变化,这样使用 ADC 就可以很方便的测量出当前对应的磁场大小。

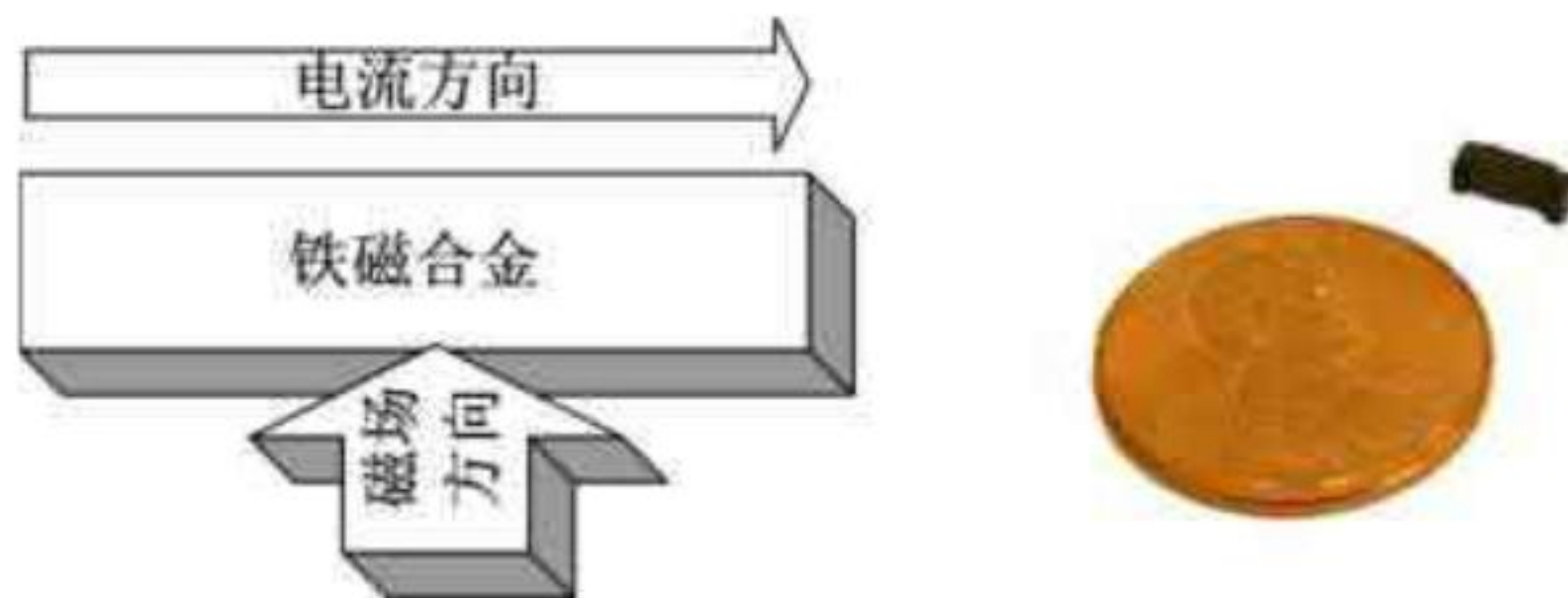


图 3.2 磁阻传感器原理及其外形

该传感器体积非常小,测量精度高,最小分辨率可达 0.00015 高斯,测量地磁场已经足够。

3.2 磁场测量 ASIC

通过磁阻效应可以把磁场的变化转换成对应变化的电流,通过 A/D 转换就可以得到对应的数字量。ADC 这部分主要有专用的磁场测量芯片来完成。本次设计中使用了著名 PNI 公司的 PNI11096 磁场测量 ASIC,该芯片能够同时对 3 轴磁场强度(既 X, Y, Z 轴)进行测量。这样可以使用 Z 轴来进行倾角校正,提高测量精度。在整个 PNI11096 信号处理电路中包含了 3 个主要的部分:

(1) 前端信号处理:

由于地磁场非常的微弱,使用 SEN-R65 传感器转换后其信号也是非常的微弱。那么需要在信号采集前端加入信号放大和滤波整形电路,这样使得 A/D 能够准确测量当前磁场大小,如 3.3 所示。

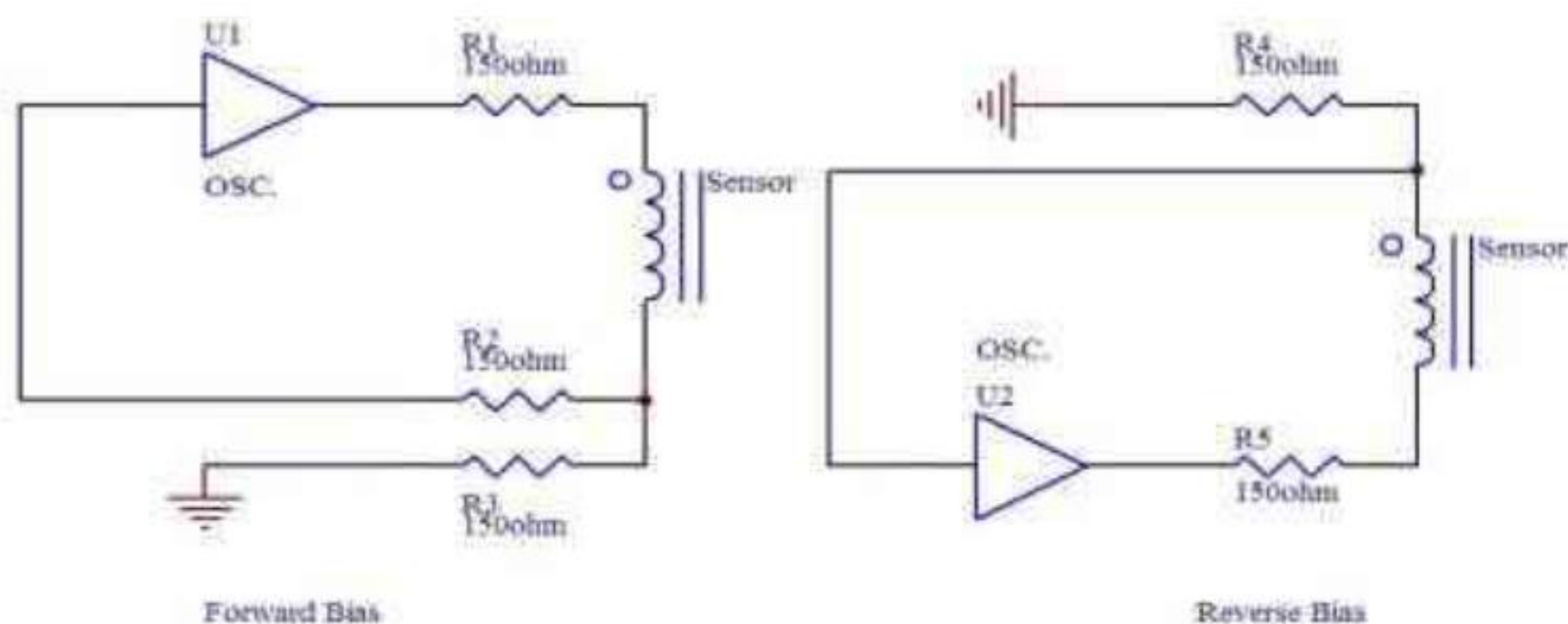


图 3.3 磁阻传感器的驱动

(2) A/D 转换电路:

这部分主要完成对 SEN-R65 磁阻传感器输出的模拟信号进行 A/D 转换。

(3) 数据接口电路:

这部分组要完成对 A/D 转换后得到的数据进行格式封装, 并在上位 MCU 的控制下进行数据传输。

整个 PNI11096 和传感器的连接电路如图 3.4 所示。

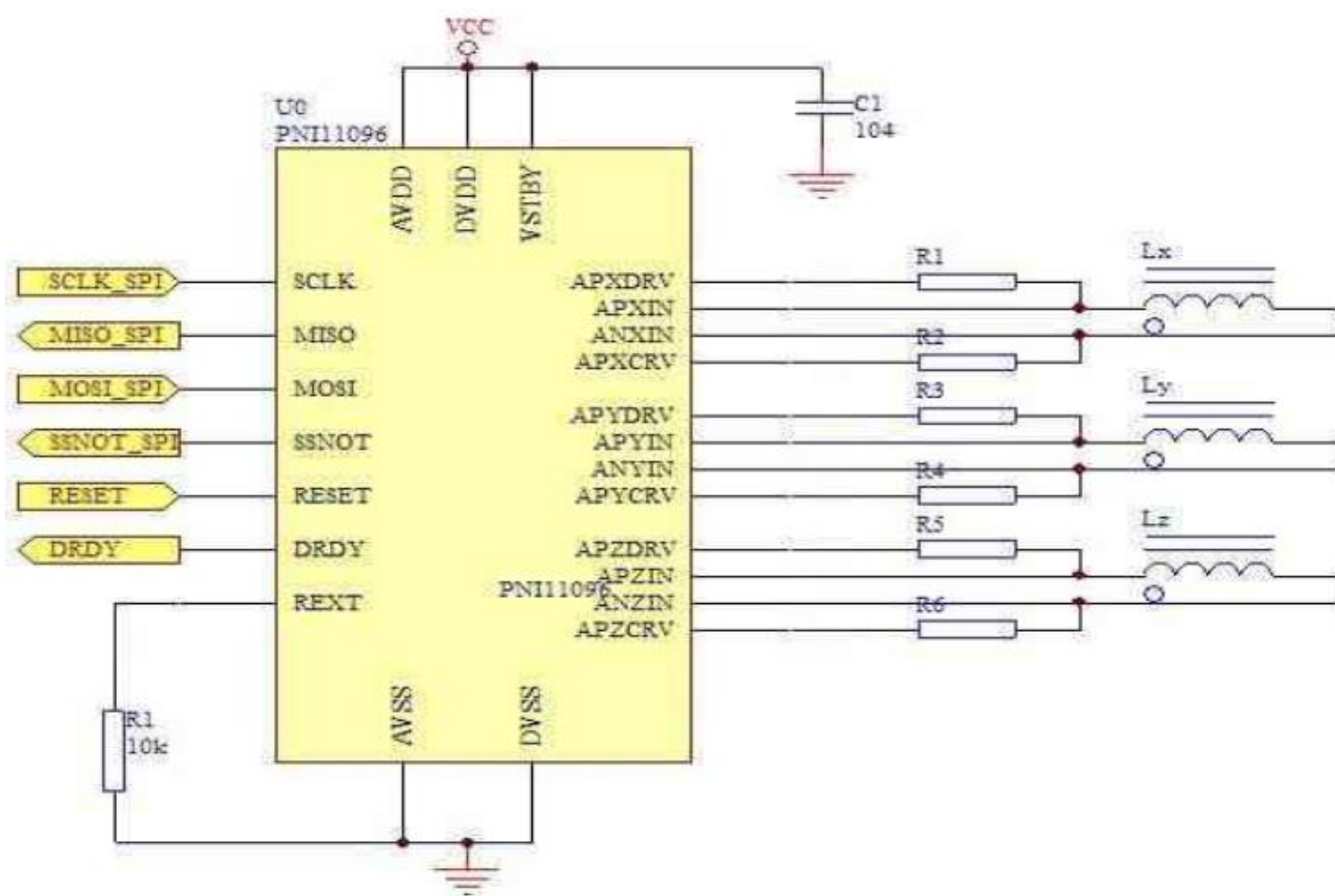


图 3.4 PNI11096 传感器原理图

该芯片内部集成了 3 轴传感器驱动电路, 可以测量 X, Y, Z 三轴的磁场强度, Z 轴的磁场强度可以用来校正水平面, 使得 X, Y 轴的测量更为的精确。

整个指南针模块的电路如图所示。

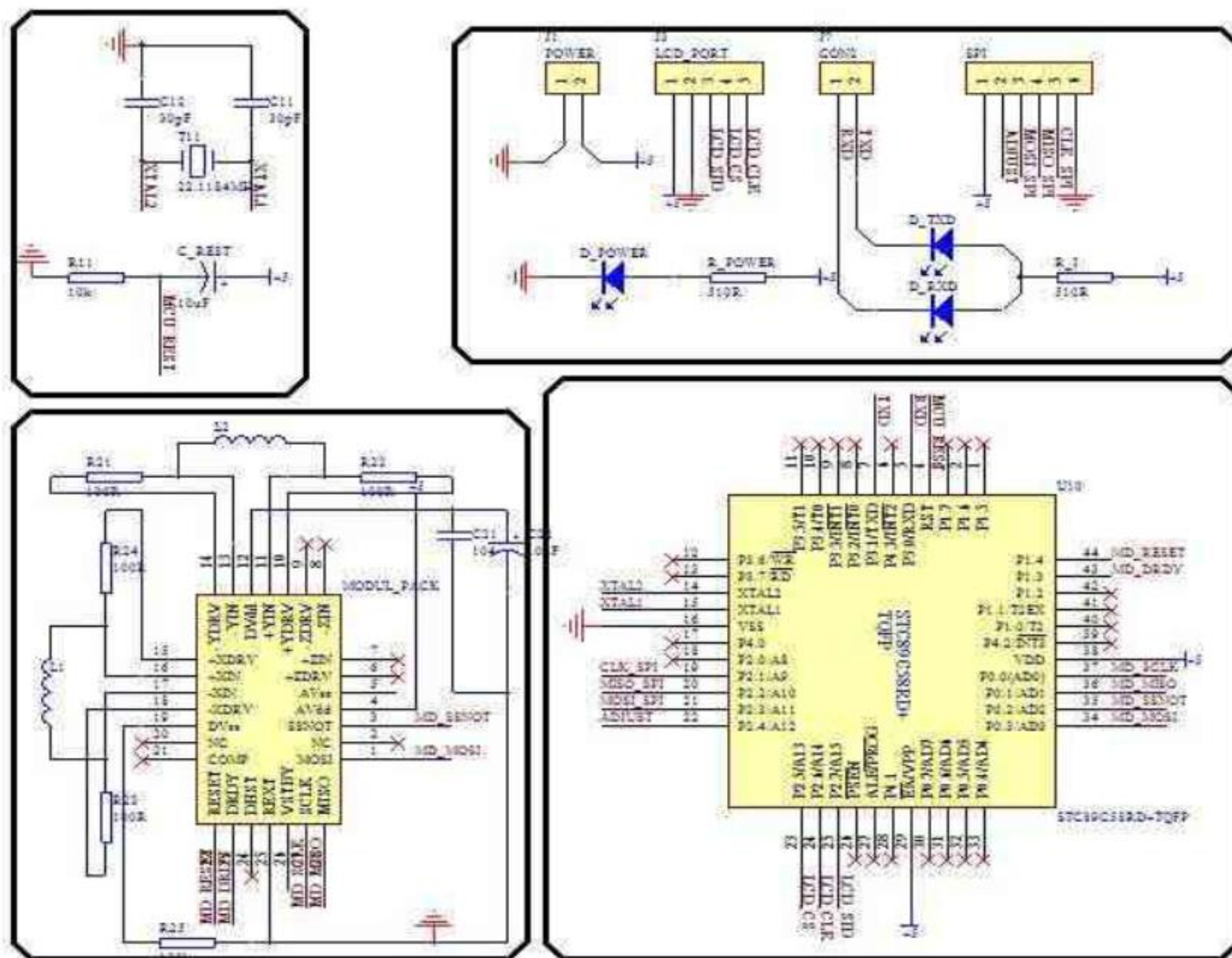


图 3.5 指南针模块总电路图

4 系统硬件

4.1 系统控制器

4.1.1 控制器内部结构

本次设计中采用了高速 51 内核 MCU，具体型号为 DS89C450，高速 8051 架构，每个机器周期一个时钟，最高频率 33MHz，单周期指令 30ns，双数据指针，支持四种页面存储器访问模式。片内 64KB 闪存，在应用编程，可通过串口实现在系统编程，MOVX 可访问的 1KB SRAM。与 8051 系列端口兼容，四路双向，8 位 I/O 端口，三个 16 位定时器，256 字节暂存 RAM。支持电源管理模式，可编程的时钟分频器，自动的硬件和软件退出低功耗。外设特性：两路全双工串口、可编程看门狗定时器、13 个中断源、五级中断优先级、电源失效复位、电源失效早期预警中断和可降低 EMI。

4.1.2 控制器存储结构

传统的 51 系列芯片内部没有或仅有非常小的程序存储器，这就需要通过外部总线进行存储器的扩展，通常的外部存储器的扩展方法有线选法和译码法两

种。两种方法都需要进行较大量的数据线和地址线的扩展，这样使得系统电路复杂且使系统的性能下降。

DS89C450 内部含有较大的程序和数据存储器，其片内除了 256 字节 RAM 区，还提供片内 1KB 的 SRAM 和 64KB 的程序存储器，SRAM 存储器可以用来保存系统中的常量，加速系统软件的执行效率，64KB 的程序存可以满足一般工程对程序存储器的需求，这样就有足够大的存储区域来存放代码和数据而不需要另外的扩展外部存储器，简化了系统电路提高了系统的性能。基于 DS89C450 微控制器内建的存储器结构如图 4.1 所示。

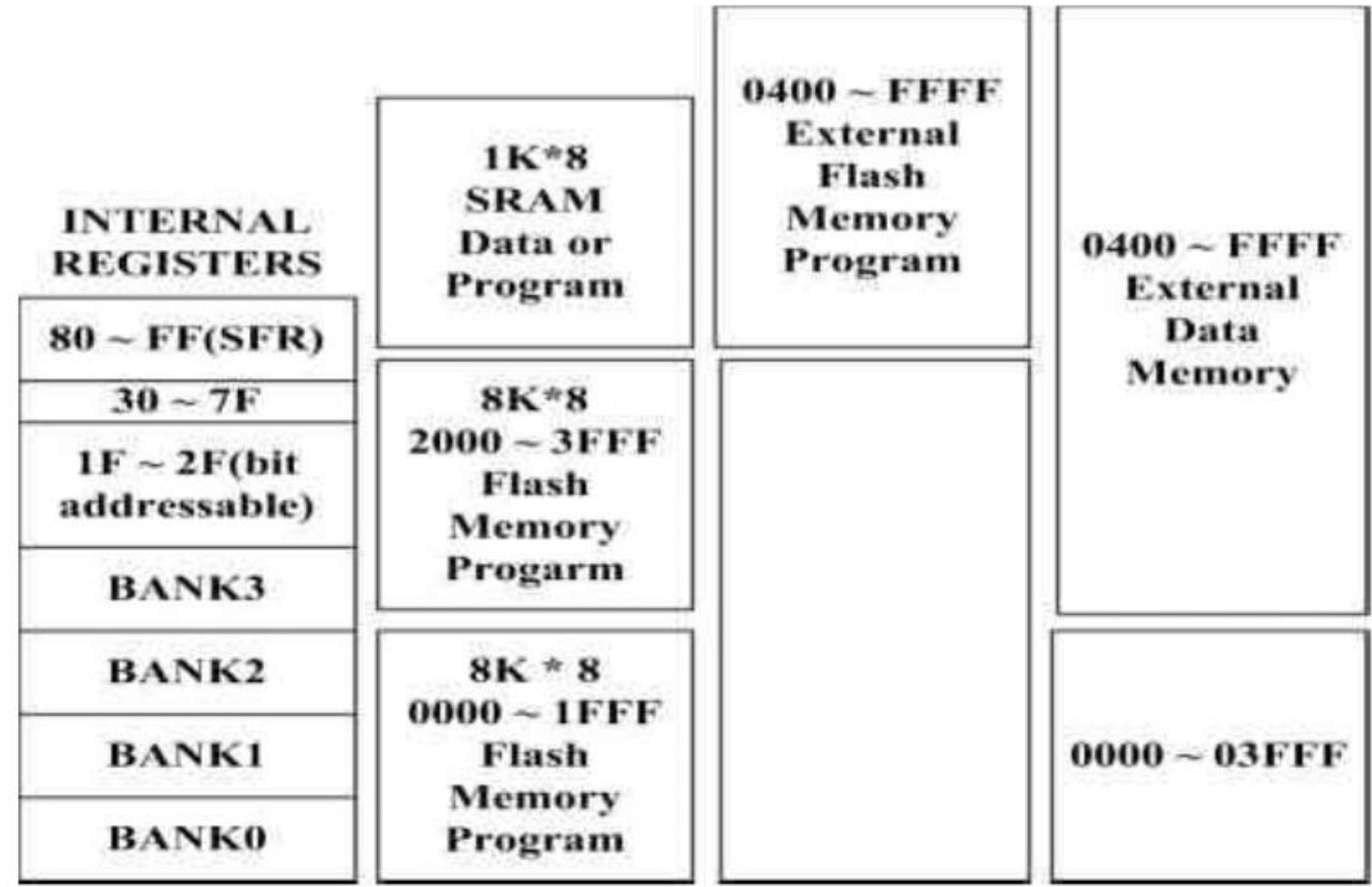


图 4.1 系统存储分配

4.1.3 控制器具体电路

整个系统的控制部分主要完成对指南针模块数据的读取和处理并将数据的处理结果通过控制人机界面显示出来，同时监控键盘的输入以便完成系统功能设定等操作。

整个系统中各个模块对微控制器的端口占用比较少，指南针模块的接口采用了 SPI 总线的形式。LCM 是系统中比较繁忙的器件之一，其接口采用了并口模式可以提高数据的传输速率，保证了液晶显示屏的及时刷新。

DS89C450 微控制器内部自带 2 个通用串行口直接引出即可使用，由于系统需要和上位机（本系统中为 PC 机）进行数据通信，接口电平需要转换使其满足 RS-232 标准。

控制部分电路如图 4.2 所示，其中包含了微控制器、LCD 接口电路、端口上拉电阻、系统时钟电路和指南针模块接口电路。

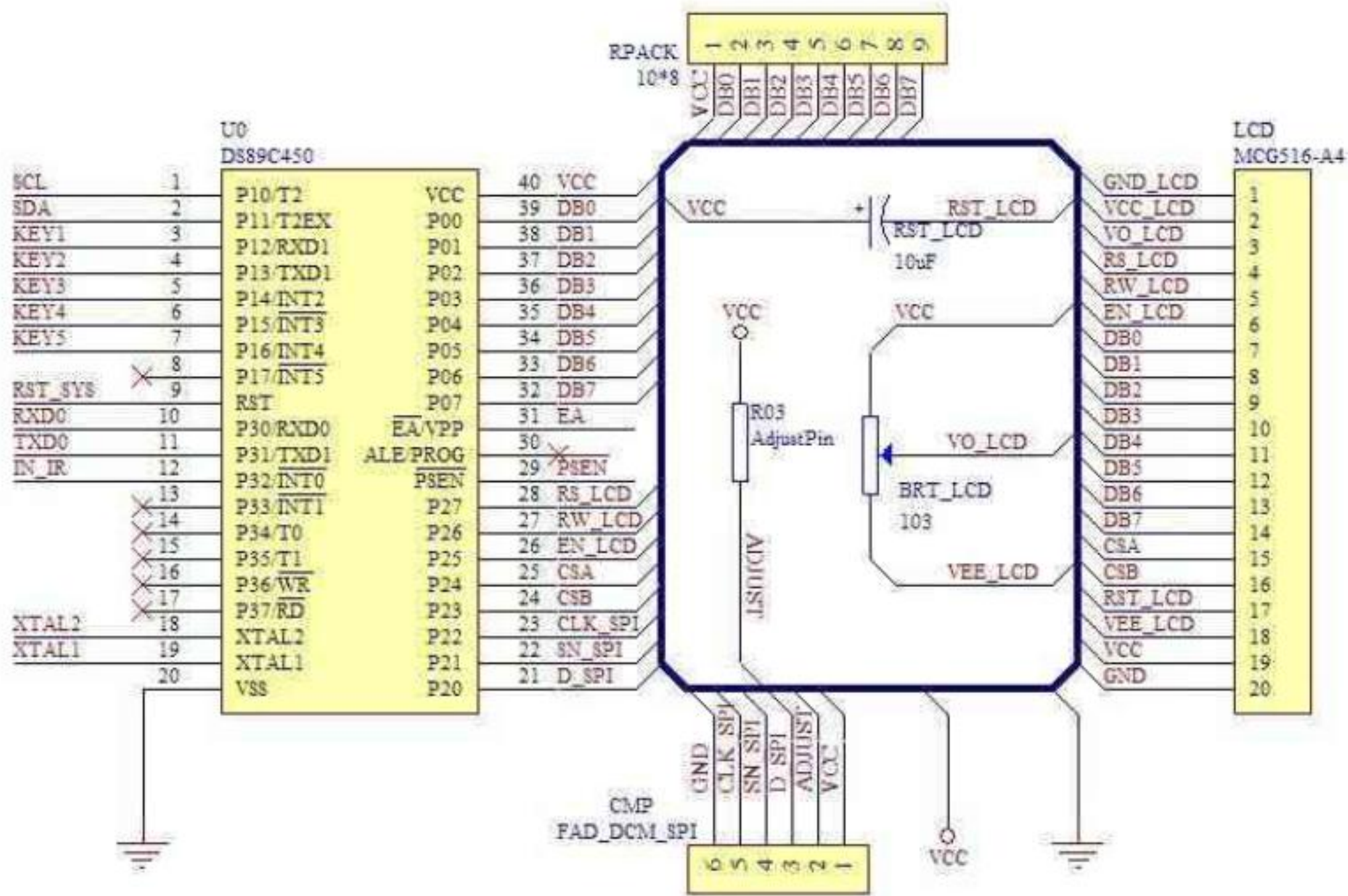


图 4.2 系统控制电路

整个微控制系统中采用了无源晶振的形式发生 MCU 所需要的时钟信号。具体电路如所示。时钟电路中的两个电容用作补偿，使得晶振更容易起振，频率更加稳定。系统的复位采用了上电复的形式，上电过程中微控制器复位引脚保证 10ms 以上的高电平就能可靠的将微控制器复位。

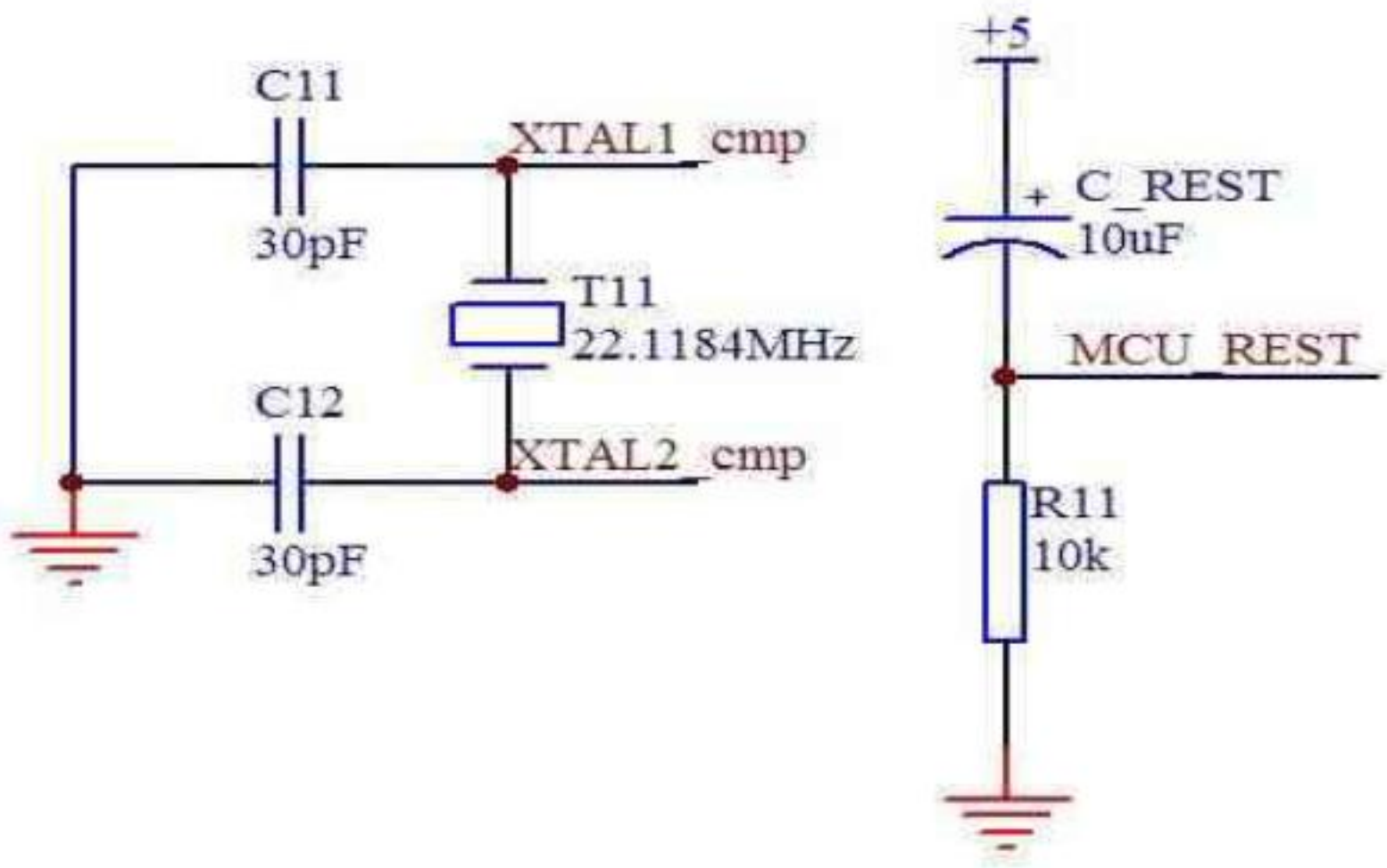


图 4.3 系统时钟和复位电路

4.2.2 指南针模块接口电路

本次设计中采用了 FAD_DCM_SPI 指南针模块。该模块采用的正是 PNI11096 和 SEN-R65 传感器组合的设计方案。为了模块化, 所以该模块把 PNI11096 芯片的输出信号经过处理后封装成特定的数据报文格式通过 SPI 总线形式对外提供。经过模块封装的数据格式如下表。

表 4.1 指南针模块数据包格式

bit10	bit 3 ~ bit 9	bit 2	bit 1
ACK	数据	ACK	地址

角度数据范围: 十六进制 (0x00~0x167), 转换成十进制为 (0~359)。

SPI(Serial Peripheral Interface--串行外设接口)总线系统是一种同步串行外设接口, 它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息。该接口一般使用 4 条线: 串行时钟线 (SCK)、主机输入/从机输出数据线 MISO、主机输出/从机输入数据线 MOSI 和低电平有效的从机选择线 SS(有的 SPI 接口芯片带有中断信号线 INT 或 INT、有的 SPI 接口芯片没有主机输出/从机输入数据线 MOSI)。由于 SPI 系统总线一共只需 3~4 位数据线和控制即可实现与具有 SPI 总线接口功能的各种 I/O 器件进行接口, 而扩展并行总线则需要 8 根数据线、8~16 位地址线、2~3 位控制线, 因此, 采用 SPI 总线接口可以简化电路设计, 节省很多常规电路中的接口器件和 I/O 口线, 提高设计的可靠性。

SPI 总线的时序如图 4.6 所示。

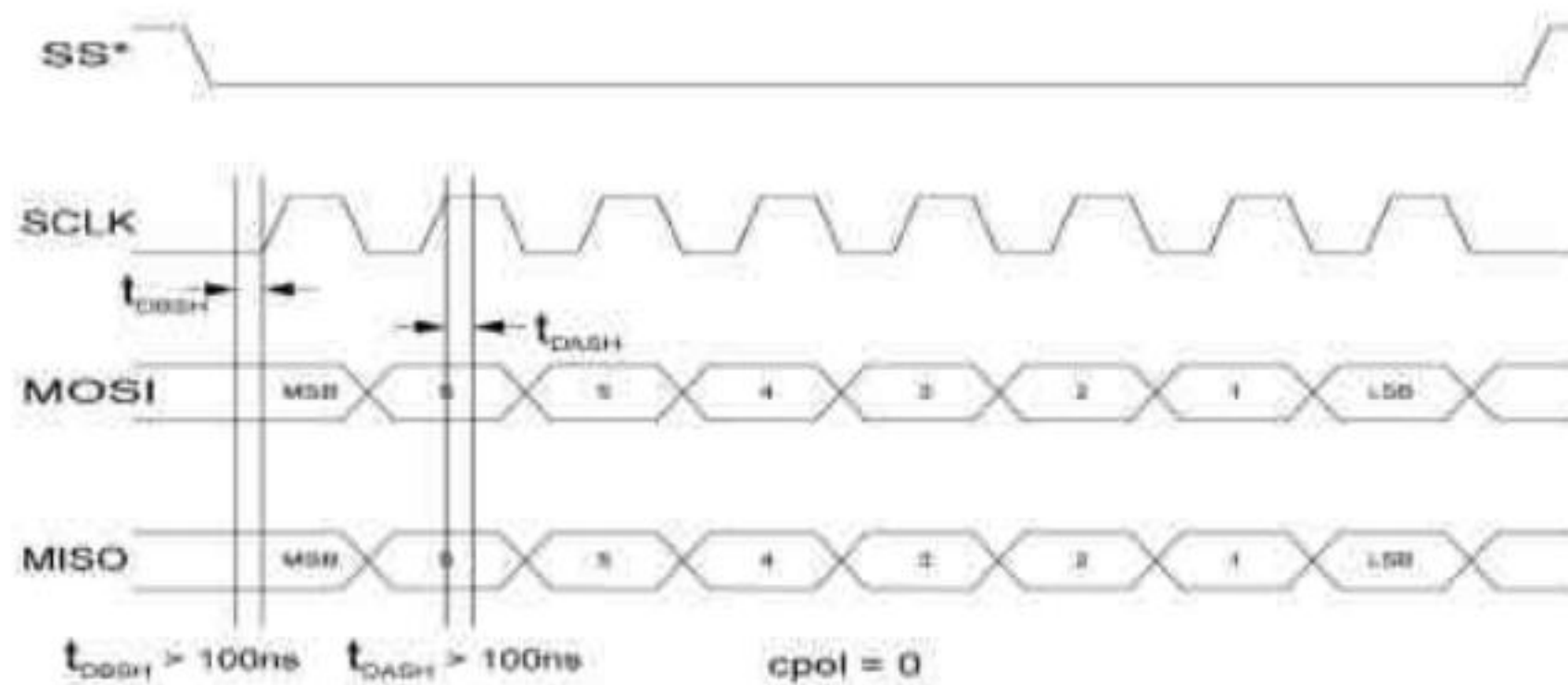


图 4.6 SPI 总线时序

4.2.3 实时时钟电路

系统采用了 PCF8583 实时时钟芯片为系统提供实时时钟。PCF8583 是一款基于静态 CMOS RAM 的实时时钟芯片, 该芯片采用了 I²C 总线接口。

整个 PCF8583 的操作都是基于其内建的 CMOS RAM, 通过对其不同地址的 RAM 的操作可以实现不同的功能。其内部的 256 字节的 RAM 区域被分为了几

个功能区以完成不同的操作。由于本次使用的 DS89C450 内部没有 I²C 控制器，所以直接使用了芯片的 I/O 口模拟了 I²C 时序。整个时钟部分电路如图 4.7 所示。

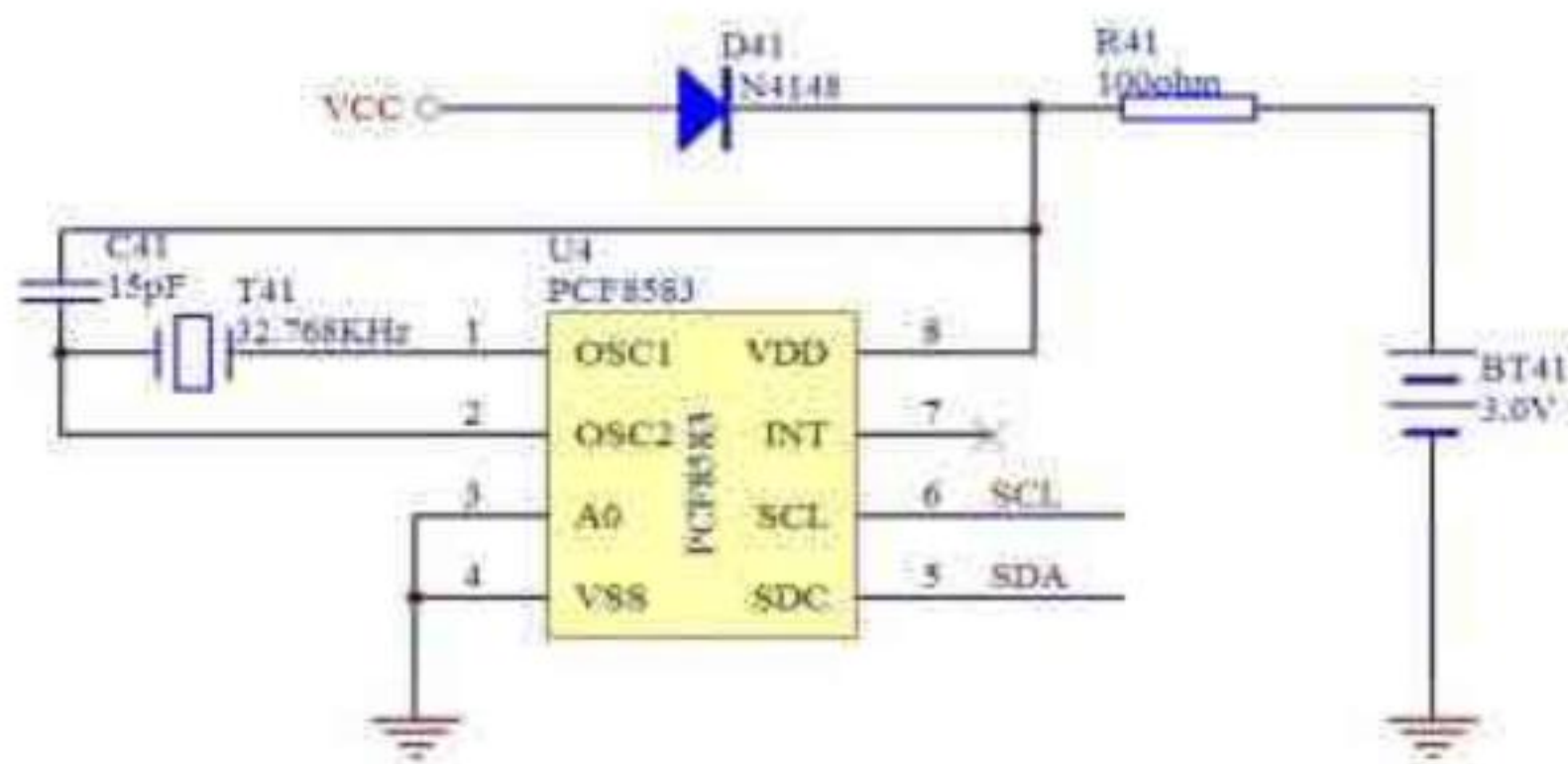


图 4.7 实时时钟电路

PCF8583 采用了 I²C 总线的形式与外界传输数据。I²C(Inter-Integrated Circuit)总线是一种由 PHILIPS 公司开发的两线式串行总线，用于连接微控制器及其外围设备。其时序结构如图 4.8 所示。

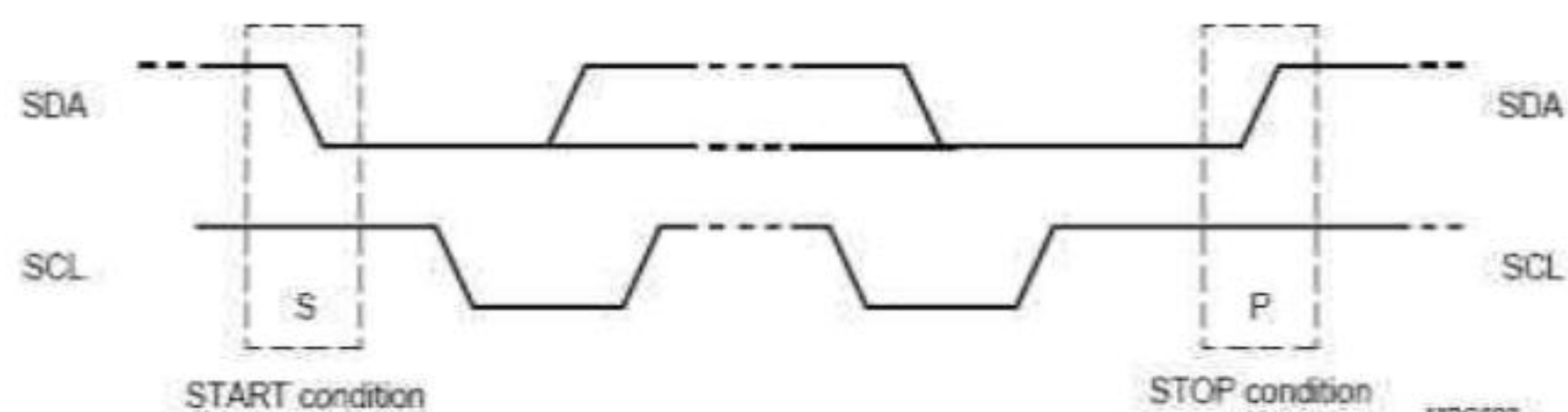


图 4.8 I2C 总线时序

4.2.4 液晶显示电路

本次设计采用了 160×128 点阵的单色液晶显示屏 (LCD) 作为系统的显示界面，具体的型号为 PG160128，该 LCM 采用了 T6963C 控制芯片作为显示控制核心。微控制器只需要对 T6963C 芯片进行操作便可以完成对 LCD 屏的相关操作，使用非常方便。模块内部原理如图 4.9 所示。

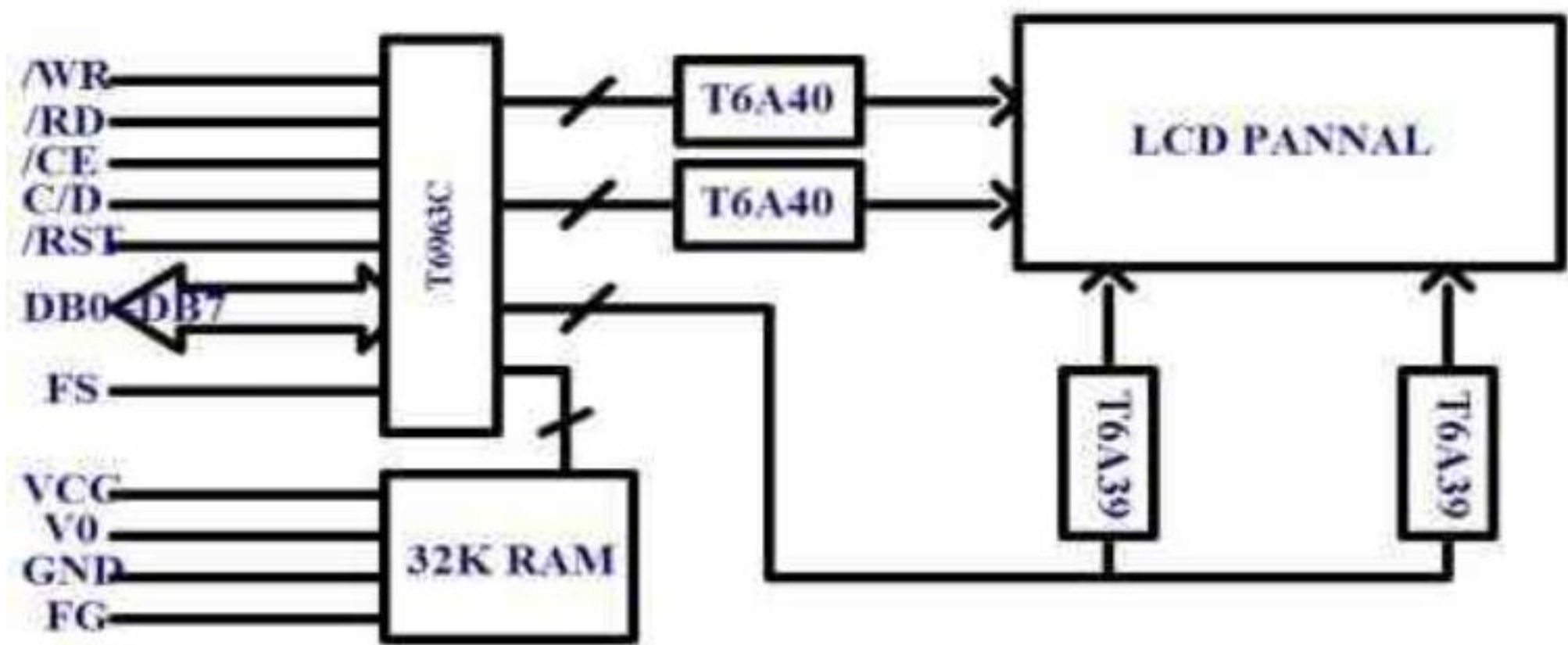


图 4.9 160*128 LCM 原理

整个 LCM 中 T6963C 负责对 LCD 行列驱动芯片 T6A40 和 T6A39 进行控制。微控制器只需要按照 T6963 给定的指令格式进行相应的操作即可。T6963 提供 10 种控制命令，其数据和指令的读写时序如图 4.10 所示。

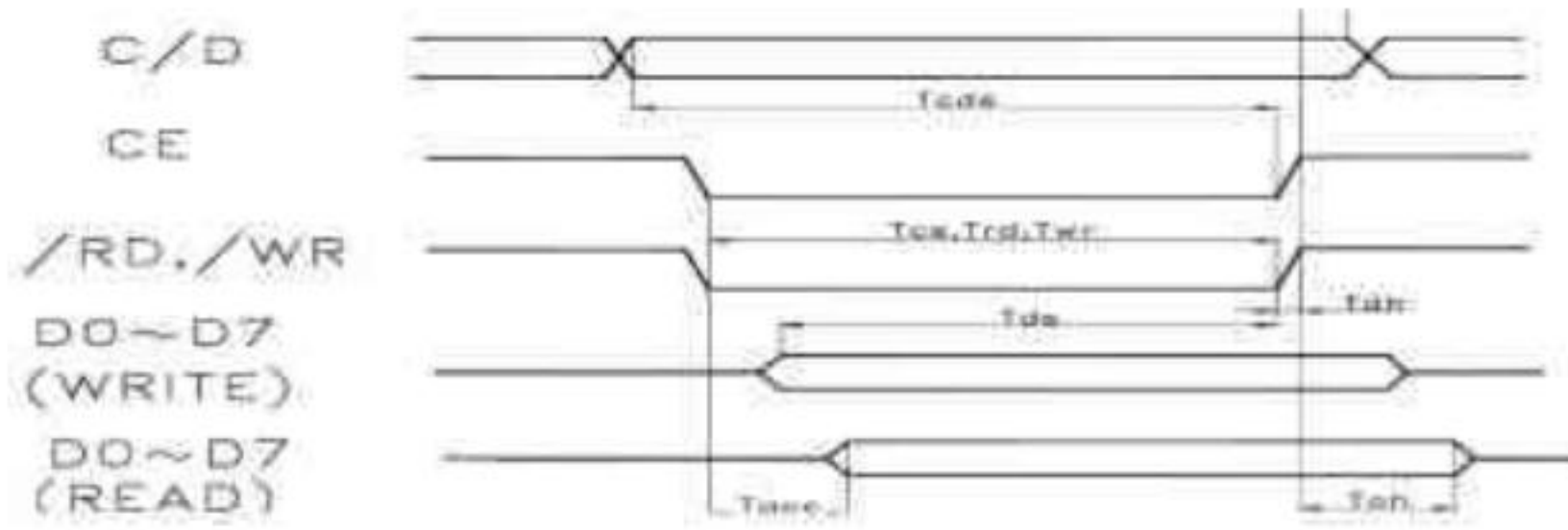


图 4.10 T6963 读写时序

4.2.5 系统输入电路

系统采用了 5 键输入以实现系统功能的设定，如系统时间的调整和菜单的选择。由于系统中的其他模块对微控制器的端口占用较少还有很多没有使用的端口，键盘连接上直接采用了每个按键占用一个端口的形式,如图 4.11 所示，电路中的几个电阻属于上拉电阻，保证在没有输入的情况下端口电平稳定为高，同时也可以达到省电的目的。键盘的读取采用扫描的形式，当检测到有按键按下时，消抖动后进行键值判断。

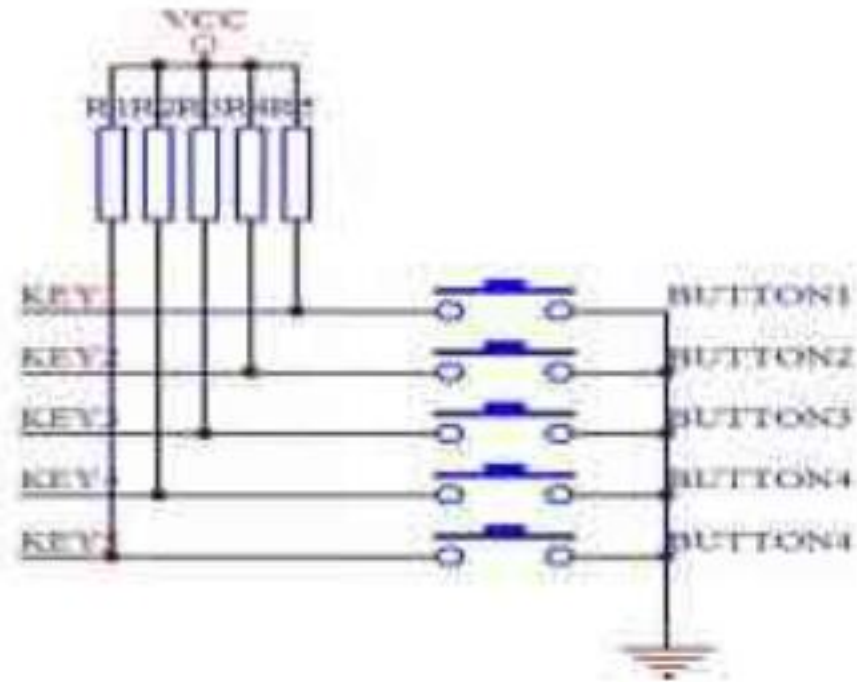


图 4.11 键盘电路

以上是系统各个硬件部分的阐述，以下是整个系统的总电路。系统总电路中包含了系统主控制电路、指南针模块、实时时钟、通信电路及其逻辑控制电路，扩展接口和相关辅助电路。

在进行系统 PCB 的器件方位布置和走线时，特别注意了通信电路和信号采集电路的隔离。LCM 内部的干扰比较大在进行器件放置时，将容易受到干扰的器件排布到其他区域，并采取一定的隔离措施。

系统的总体电路原理如图 4.12 所示。采用 Protel99SE 设计的系统控制部分 PCB 图和指南针模块的 PCB 图分别如图 4.13、图 4.14 所示。

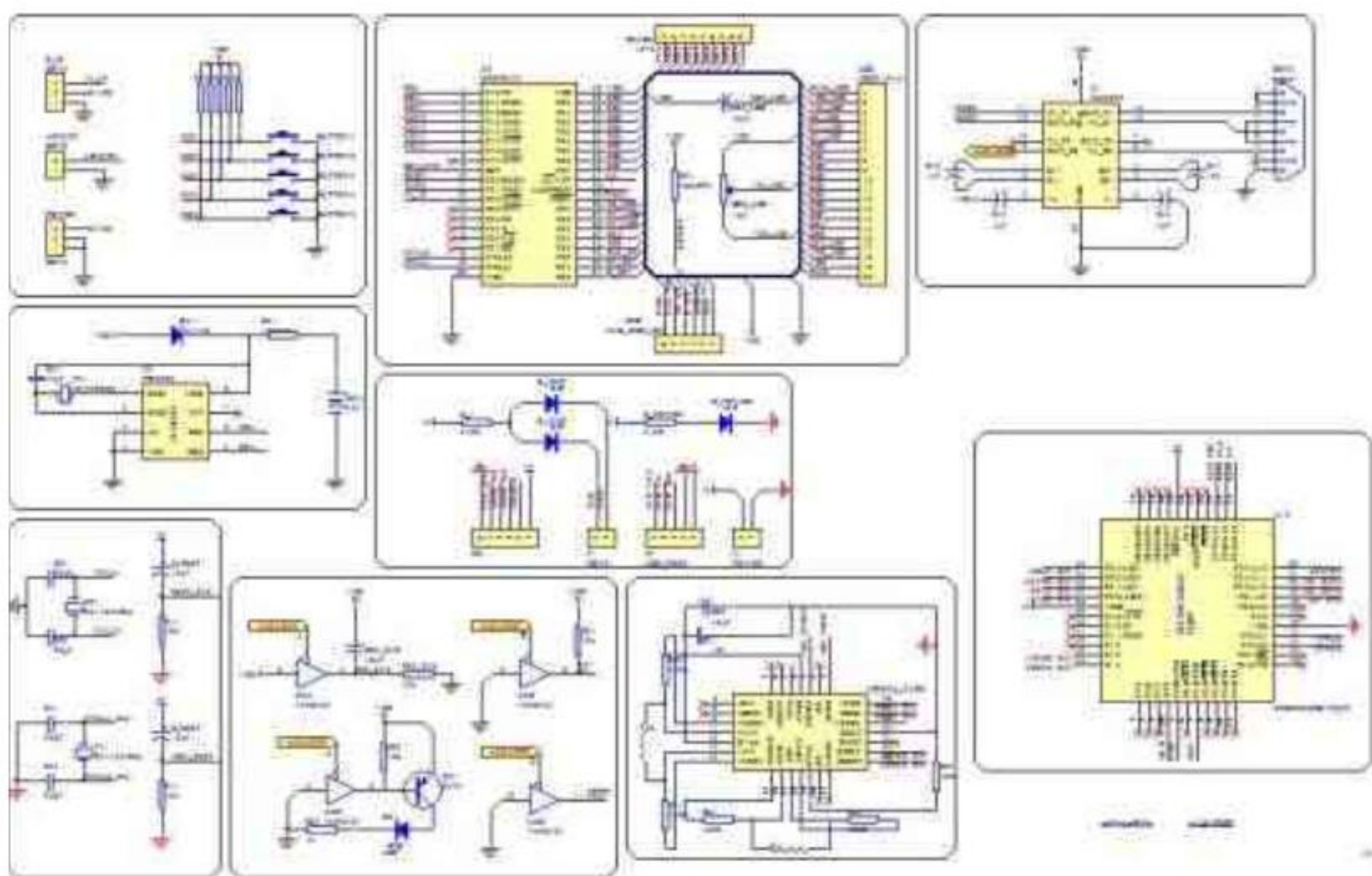


图 4.12 系统总体电路图

系统的 PCB 顶层图如图所示。

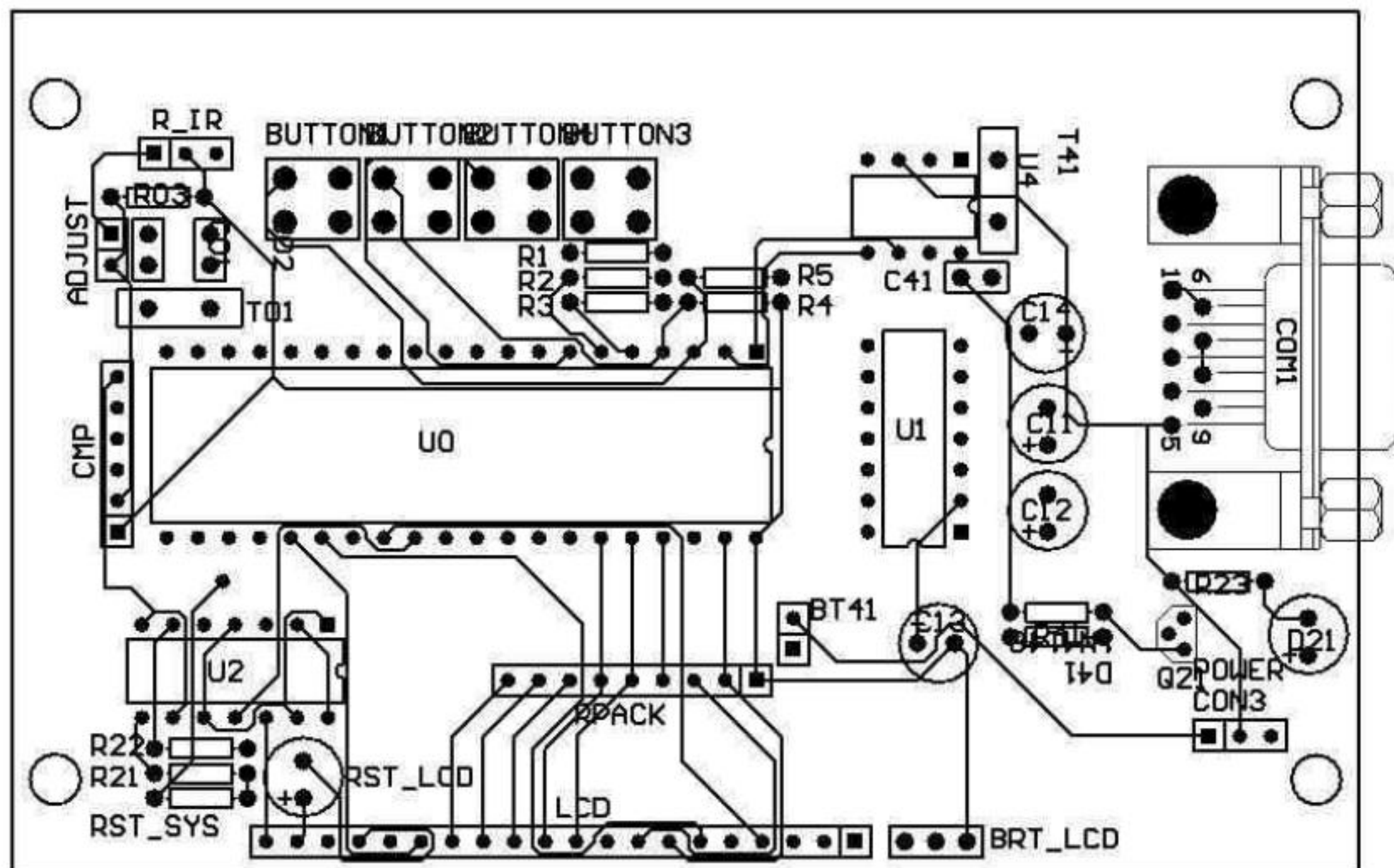


图 4.13 系统主电路板 PCB 顶层图

由于指南针模块的磁阻传感器对磁场非常的敏感，在放置指南针模块的时候要远离干扰磁场的磁体区域，指南针模块成为单独放置的模块并通过接口的形式和主控板相连接。

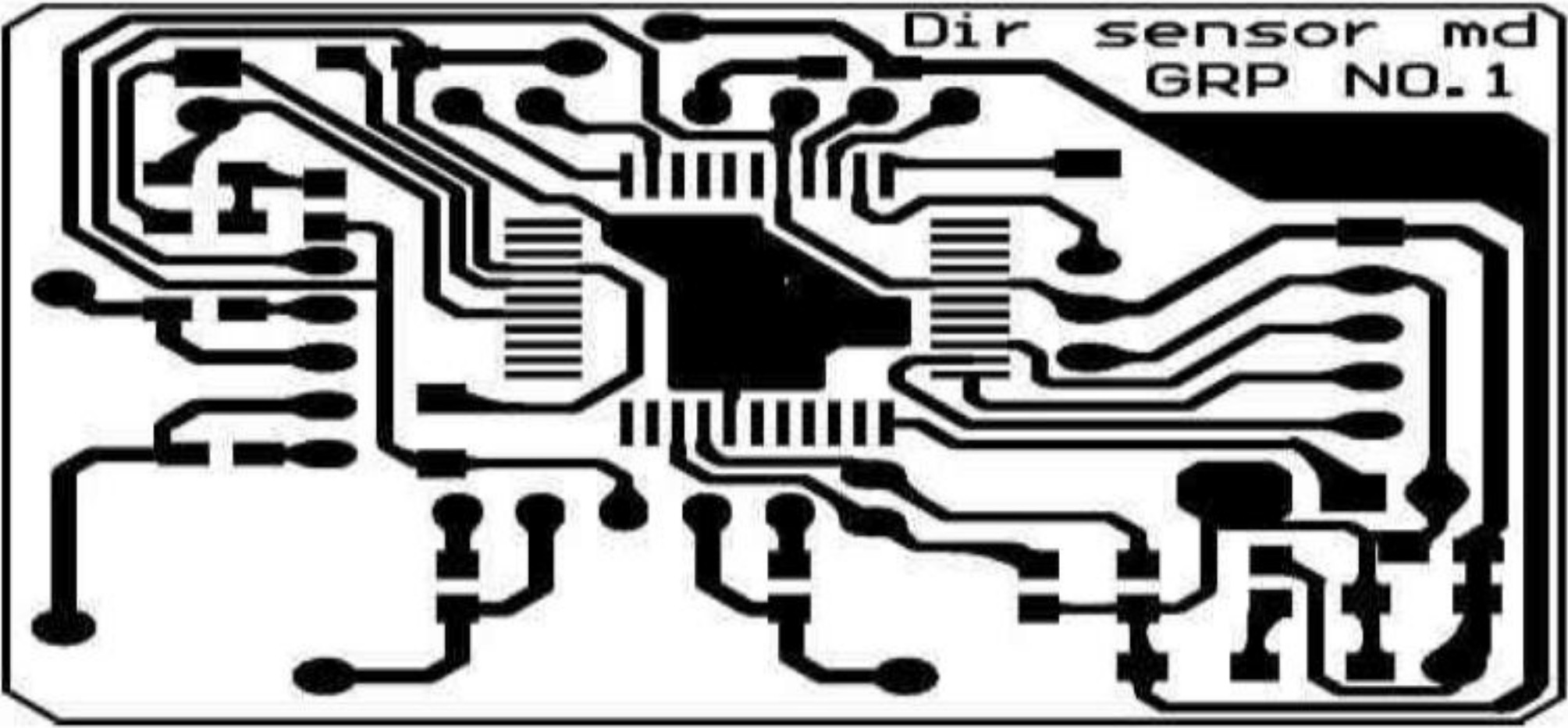


图 4.14 指南针模块 PCB 图

5 系统软件

5.1 主监控程序

整个监控系统中各个模块间存在一定的先后顺序且程序模块数量较少，为了减少系统的程序量，设计过程中系统的监控程序采用了传统的前后台方式。整个监控程序主要由指南针模块驱动、液晶显示驱动、实时时钟驱动和串口驱动组成。整个系统监控程序流程如图 5.1 所示。当系统上电后，最先执行的就是对系统各个部件进行初始化的代码，其中主要包括对系统内部定时器、实时时钟、LCM 驱动、指南针模块以及对系统通信串口的初始化。系统初始化完成时对指南针模块进行读取，此时指南针模块将根据 ADJUST 端口的电平状态判定是否需要校正指南针，其后将得到的数据上传至微控制器，微控制器根据得到的数据驱动 LCM 进行相应的显示，随后微控制器将对系统键盘端口进行扫描，并根据扫描得到的键值进行相应的处理。前后台式的监控系统结构简单，但是其实时性较差。系统中由于各个程序之间相互关联，且对实时性要求不是很高，前后台能够满足其要求。

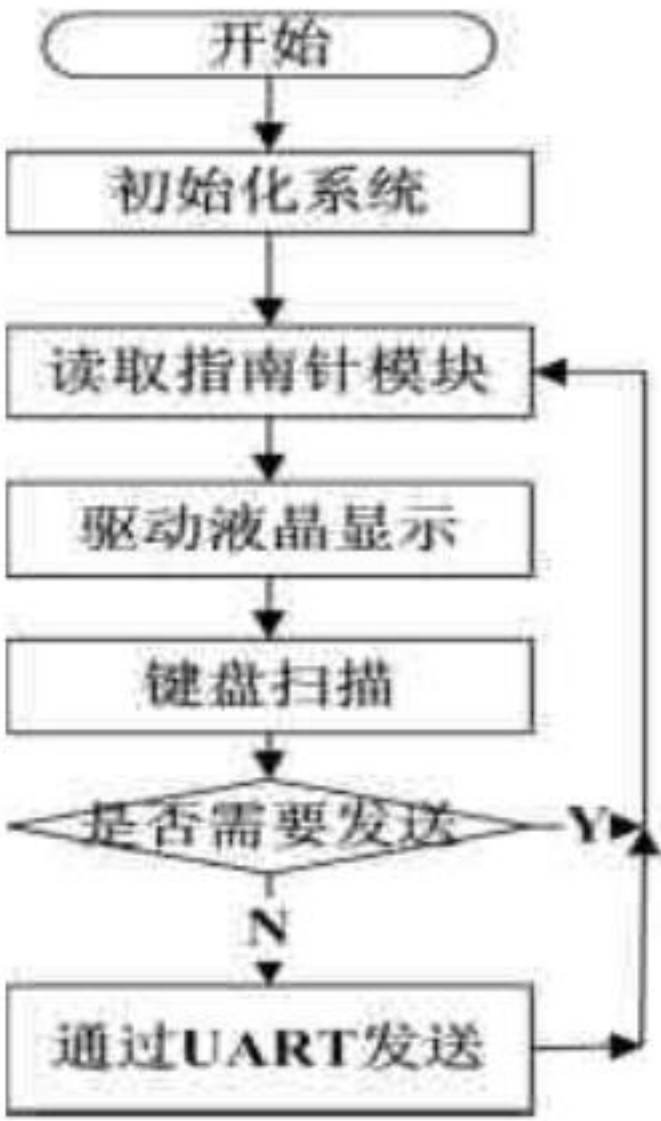


图 5.1 系统监控程序流程

5.2 实时时钟驱动

实时时钟为整个系统的运行提供实时数据。本次设计采用的 PCF8583 实时时钟芯片采用的 I²C 接口，对它的所有操作直接通过对其内部线性的 CMOS RAM 区进行操作即可即对 PCF8583 的操作主要是通过 I²C 总线对其内部 RAM 进行读写。整个驱动流程如图 5.2 所示。

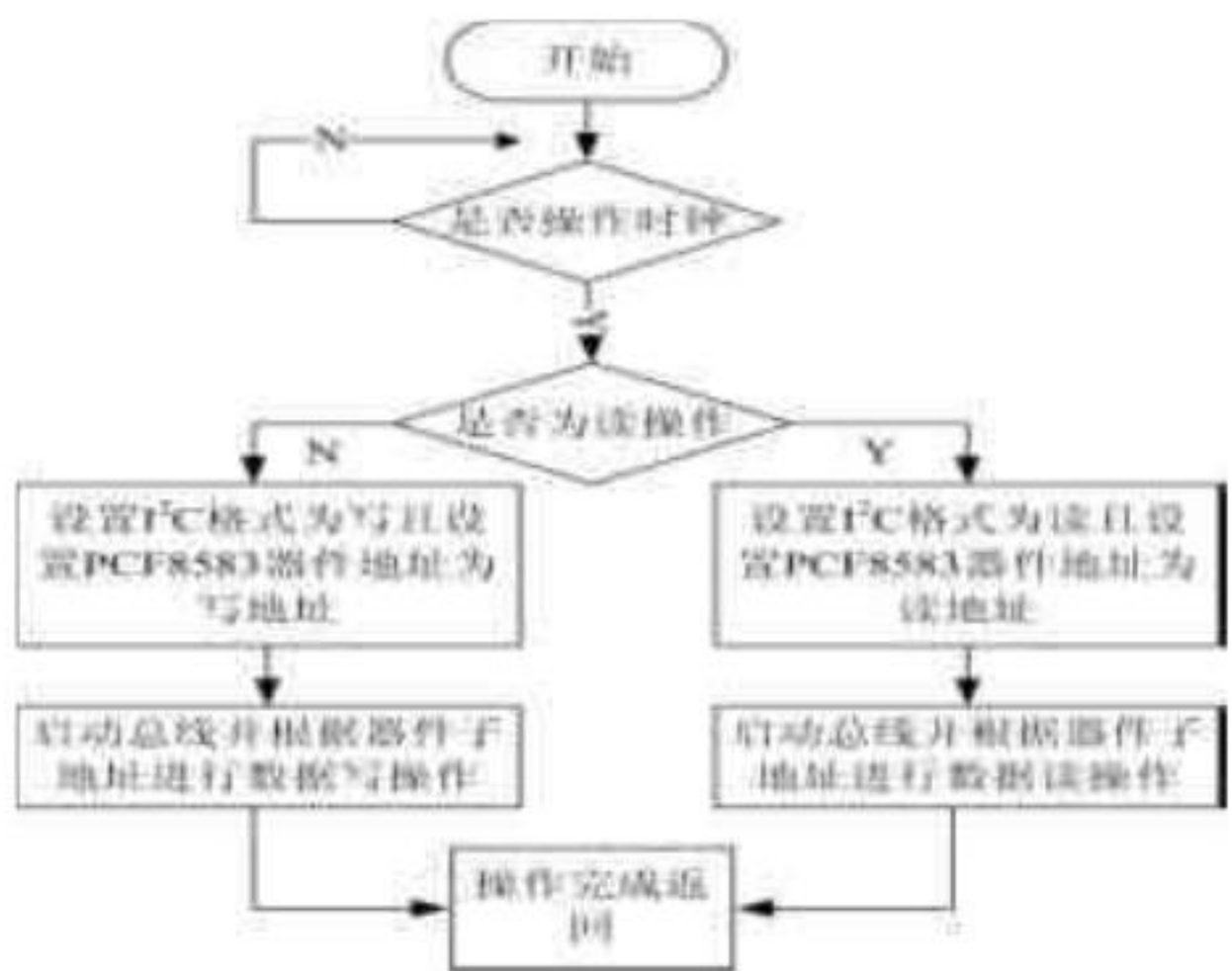


图 5.2 PCF8583 驱动流程

5.3 人机界面驱动

5.3.1 液晶模块驱动

液晶显示驱动处于系统的最后端，属于人机交互界面。直观的液晶显示能够使得系统更容易操控。本次设计采用了 PG160128 点阵的 LCM 模块。整个 LCM 驱动的构架图如 5.3 所示。采用层次设计的驱动可以很好的移植到不同的处理器。

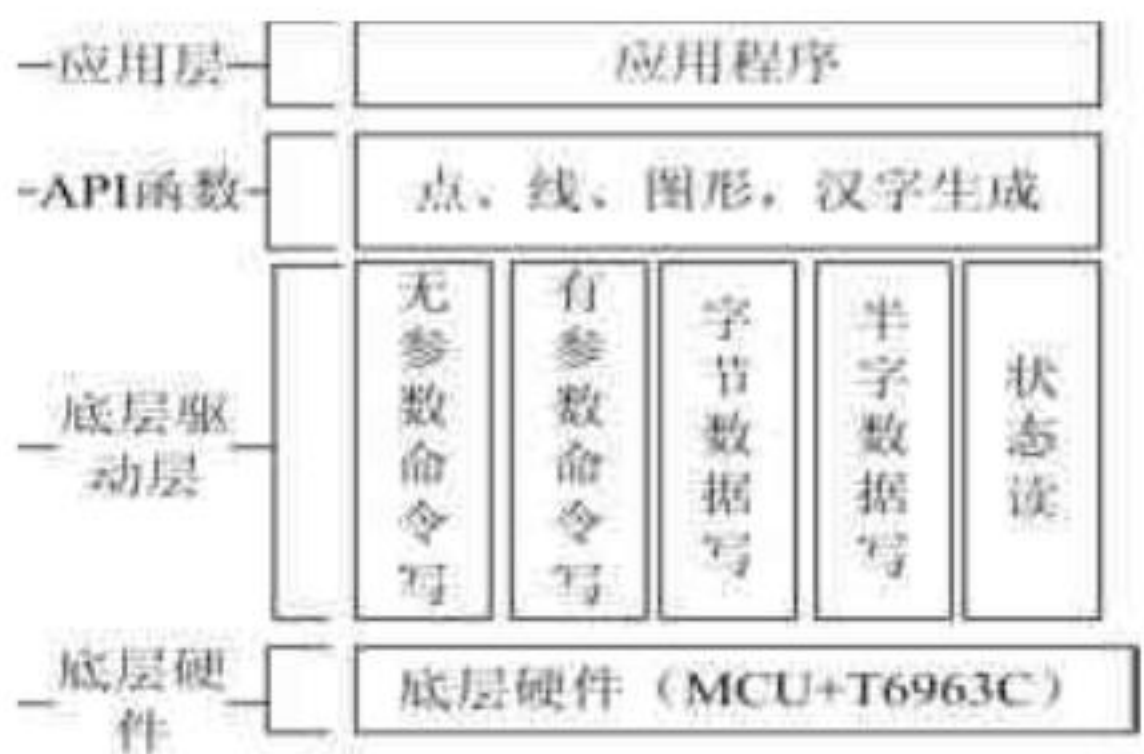


图 5.3 LCM 驱动程序架构

5.3.2 键盘驱动

系统中将按键电路中按键 K1、K2、K3、K4、K5 分别与单片机的 P13、P14、P15、P16、P17 引脚进行连接，此按键是低电平有效，当有键按下时，与按键相连接的单片机引脚检测到这个信号，然后进行相应的处理后再输出。

5.4 指南针模块驱动

本次设计采用的是 FAD_DCMP_SPI 指南针模块。模块采用 SPI 接口与 MCU 进行数据交换。整个模块驱动包括了读取 PNI11096 数据、处理数据、封装数据和通过 SPI 时序发送数据几个部分。程序的流程如图 5.4 所示。

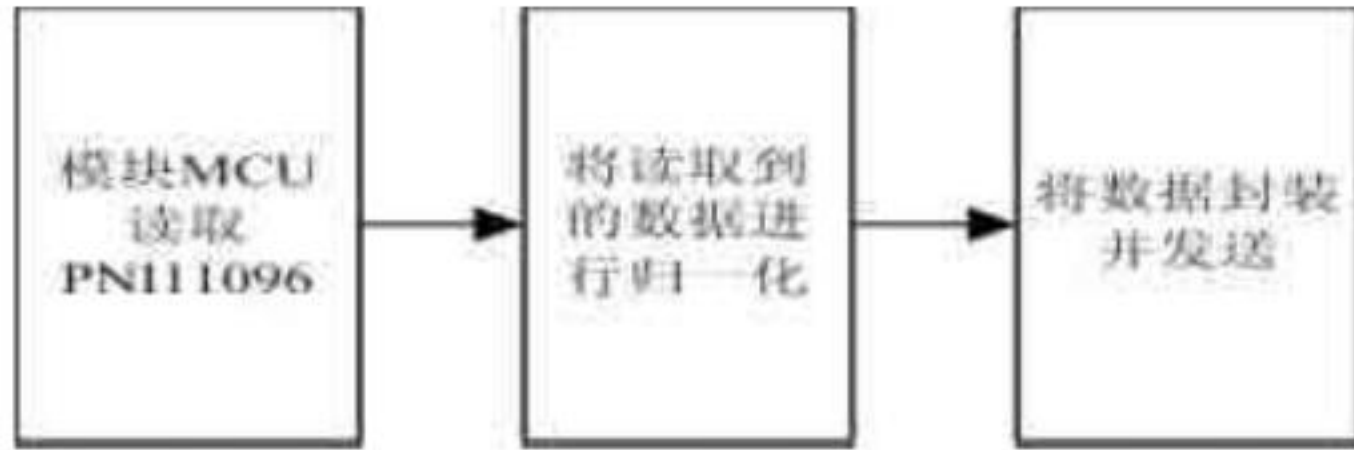


图 5.4 指南针模块内部数据处理流

在整个指南针模块程序的设计过程中最主要的也就是其数据的处理，直接关系到系统的精度。在还没有处理之前从 PNI11096 读取的数据真实的反应了水平面内地磁场的分布情况，如图 5.5 所示，这是均匀转动指南针模块得到的地磁场强度分布，图中显示地磁场强度在不同方向上的分布是不同的，经过归一化后，可以很好的将其归一化为圆，使得在各个方向上的磁场强度均匀，这样既可以方便进行角度计算又可以提高测量精度，如图 5.6 所示。

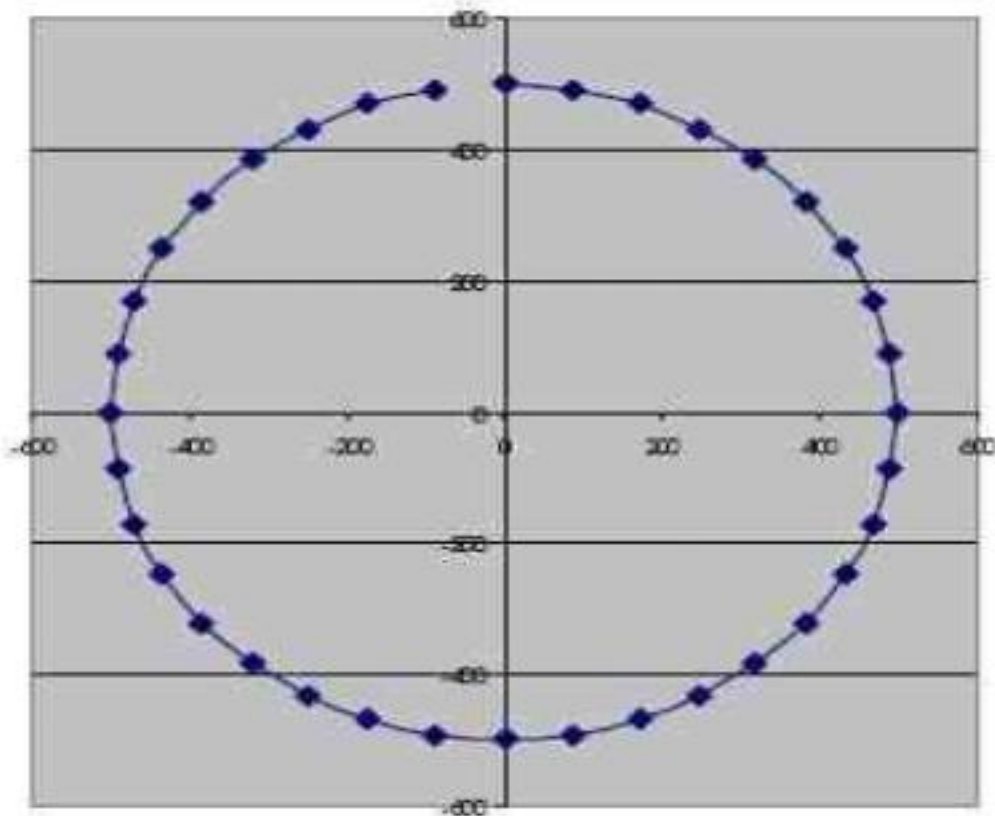


图 5.5 未处理时真实磁场强度

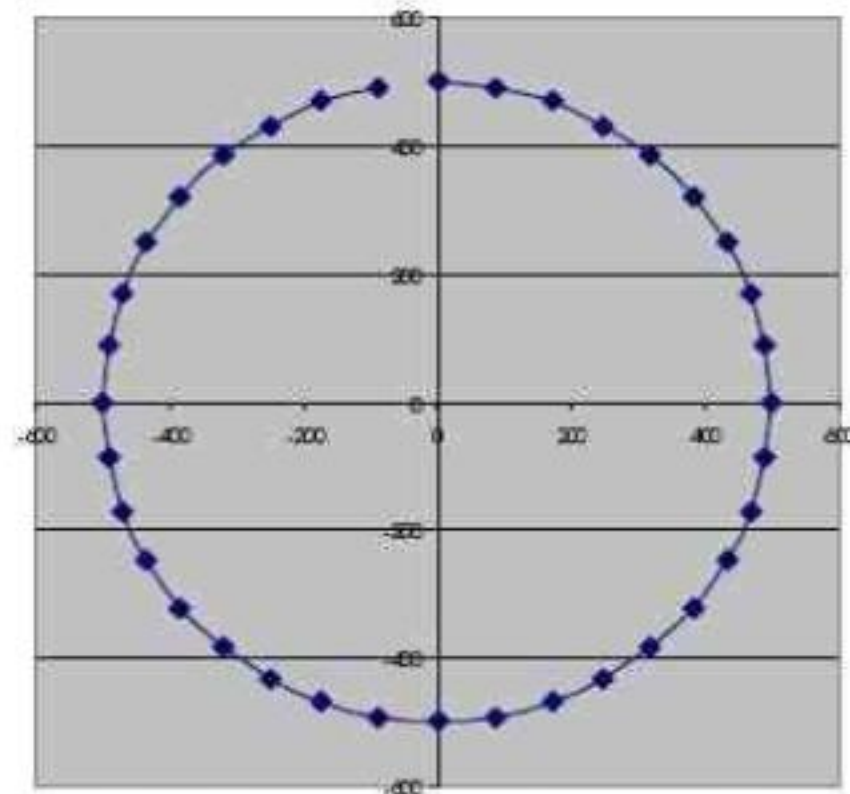


图 5.6 归一化后磁场强度分布

指南针模块在第一次使用前都必须校正，系统上电时将模块的 ADJUST 引脚拉低即可进入校正状态，将模块在水平面内均匀的转动一周后校正结束。校正时主要调整的系数就是本地的磁偏角。将磁场强度归一化后，直接对 X,Y 轴的强度进行计算就可以得到当前方向与正东方向的夹角，如图 5.7 所示。

从图 5.7 中可以看出夹角就是：

$$angle = \text{atan}(y/x) \quad (5.1)$$

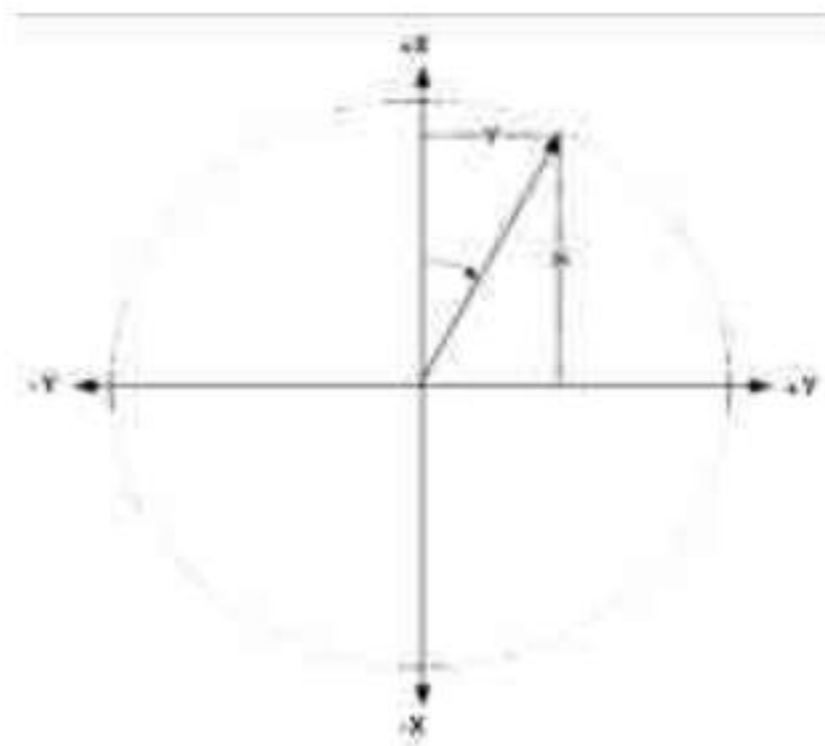


图 5.7 角度的计算

结 论

所设计的系统中包含了磁场传感器、微控制器、显示部件、输入部件和实时时钟等部分,微控制器通过对磁场传感器配套的 ASIC 进行读取获得当前方向地磁场的强度,通过一定的运算后由直观的人机界面显示出来,并可通过微控制器的串口和上位机建立连接进行数据的传输。

在整个设计系统中充分掌握各模块电路的工作原理,对硬件电路进行设计,使用 C 语言编写全部的驱动程序。本系统用于方位指示实测精度可以达到 1° 、功耗小、显示直观。

由于个人在知识面和能力方面还有限,再加上条件的限制,电子指南针的采样精度和抗干扰能力等各项技术指标的提高、诸多功能的完善还需要进一步的研究和开发,此外在完成基本功能的基础上,还需要努力提高软件的效率、硬件系统的稳定性、进一步降低系统功耗等。

参考文献

- [1] Jean J. Labrosse, 邵贝贝等译. 嵌入式实时操作系统 uC/OS-II(第二版)[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [2] 周航慈, 吴光文. 基于嵌入式实时操作系统的程序设计技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [3] 任哲. 嵌入式实时操作系统 uC/OS-II 原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [5] 黄志伟编著. 全国大学生电子设计竞赛系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [6] 常玉燕, 吕光译. 日本电子电路精选[M]. 北京: 电子工业出版社, 1990.
- [7] 佐藤一郎. 集成运算运算放大器电路设计实用手册[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1989.
- [8] Bonnie Baker. 嵌入式系统中的模拟设计[M], 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006

致 谢

在本论文完成之际，我首先要向我的指导老师 副教授表达我最诚挚的谢意，感谢 老师在整个毕业设计过程中耐心细致的指导！

感谢在毕业设计中给予我支持的所有同学！

我还要特别要向我的家人表示由衷的感谢，正是他们的无私奉献和鼎力支持，我才能顺利的完成我的学业。

向百忙之中抽出宝贵时间来评阅这篇论文的各位专家致以衷心的感谢！

声 明

本论文的工作是 2008 年 3 月至 2008 年 6 月在信息工程学院光电技术系完成的。关于学位论文使用权和研究成果知识产权的说明：

本人完全了解信息工程学院有关保管使用学位论文的规定，其中包括：

(1) 学校有权保管并向有关部门递交学位论文的原件与复印件。

(2) 学校可以采用影印、缩印或其他复制方式保存学位论文。

(3) 学校可以学术交流为目的复制、赠送和交换学位论文。

(4) 学校可允许学位论文被查阅或借阅。

(5) 学校可以公布学位论文的全部或部分内容（保密学位论文在解密后遵守此规定）。

除非另有科研合同和其他法律文书的制约，本论文的科研成果属于信息工程学院。

特此声明！

作者签名：

年 月 日