


DIANZI XIANLU SHEJI YU
GONGCHENG YINGYONG YANJIU

电子线路设计与

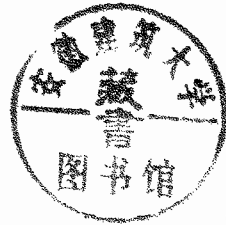
工程应用研究

李小魁 著

 黄河水利出版社

电子线路设计与工程 应用研究

李小魁 著



黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是作者根据多年电子产品开发实践经验,并融合了当前物联网技术发展著作而成的。采取了循序渐进的原则,以大量的实例说明技术难点,深入浅出,使电子产品开发和物联网技术初学者能够以无线通信模块为基础,兼顾当前流行技术的发展趋势,注重各种技术之间的融合与灵活应用,理论联系实际,实验联系工程项目实践,注重创新实验及项目实践,能够将物联网技术真正融会贯通到实际应用中。

本书可用作电子科学与技术、通信工程、物联网、电子信息类电子爱好者和工程技术人员进行电子产品开发和物联网技术学习参考书,也可供物联网应用开发的工程技术人员参考和广大的物联网开发爱好者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路设计与工程应用研究/李小魁著. —郑州:
黄河水利出版社,2018. 10

ISBN 978 - 7 - 5509 - 2100 - 9

I. ①电… II. ①李… III. ①电子电路 - 电路设计
IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 184319 号

组稿编辑:陶金志 电话:0371 - 66025273 E-mail:838739632@qq.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:河南新华印刷集团有限公司

开本:710 mm × 1 000 mm 1/16

印张:11.75

字数:210 千字

印数:1—1 000

版次:2018 年 10 月第 1 版

印次:2018 年 10 月第 1 次印刷

定价:39.00 元

前 言

无线传输产品可广泛地应用在智能电网、工业控制、智能家居和智能农业等物联网行业领域,可作为本地数据收集、传输的载体,实现数据的物联网化。物联网作为全球战略性新兴产业已经受到国家和社会的高度重视。基于互联网的产业化应用和智慧化服务将成为下一代互联网的重要时代特征。物联网技术通过发挥新一代信息通信技术的优势,与传统产业服务深度融合,促进传统产业的革命性转型,设计满足国家产业发展需求的信息化解决方案,将推动信息服务产业的发展与建设,实现战略信息服务产业的智慧化。

目前,我国物联网已初步形成了完整的产业体系,具备了一定的技术、产业和应用基础,物联网在行业领域的应用逐步广泛深入,在公共市场的应用开始显现,车联网、智能家居等是近两年全球发展较快的重点应用领域。从实际应用需求出发,以无线传输模块为基础,介绍了 STM32 系列 ARM 芯片的应用,用大量的实例说明技术难点,兼顾当前流行技术的发展趋势,注重各种技术之间的融合与灵活应用,理论联系实际,实验联系工程项目实践,注重创新实验及项目实践,能够将物联网技术真正融会贯通到实际应用中。

本书在河南省科技攻关项目(182102310879、182102210141、182102210251)资助下完成。

由于作者水平和能力有限,书中内容难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以便后续更正。

李小魁

2018年6月

目 录

前 言

第1章 绪 论	(1)
1.1 引 言	(1)
1.2 实施实践科研体系	(1)
1.3 培训方案实施	(1)
1.4 本书组织结构	(3)
第2章 老人防跌倒报警器的设计	(6)
2.1 引 言	(6)
2.2 系统方案的选择	(6)
2.3 系统硬件设计	(9)
2.4 系统软件设计	(15)
2.5 系统调试及结果分析	(17)
2.6 总 结	(20)
参考文献	(21)
第3章 室内环境监测系统的设计	(22)
3.1 引 言	(22)
3.2 系统方案的选择	(22)
3.3 硬件电路设计	(25)
3.4 系统软件设计	(29)
3.5 系统的制作与调试	(33)
3.6 总 结	(34)
参考文献	(35)
第4章 远程遥控多功能智能小车的设计	(37)
4.1 引 言	(37)
4.2 系统方案的选择	(37)
4.3 硬件电路设计	(39)
4.4 系统软件设计	(46)
4.5 系统调试及结果分析	(49)

4.6	总 结	(52)
	参考文献	(52)
第5章	自动加湿器的设计	(54)
5.1	引 言	(54)
5.2	原理及方案选择	(54)
5.3	硬件电路设计	(57)
5.4	系统软件设计	(63)
5.5	系统调试及结果分析	(66)
5.6	总 结	(69)
	参考文献	(70)
第6章	基于 STM32 的照相机系统的设计	(72)
6.1	引 言	(72)
6.2	系统方案选择	(72)
6.3	硬件电路设计	(73)
6.4	系统软件设计	(82)
6.5	系统的制作与调试	(87)
6.6	总 结	(89)
	参考文献	(90)
第7章	基于 STM32 的音乐播放器的设计	(91)
7.1	引 言	(91)
7.2	方案选择	(91)
7.3	硬件电路设计	(93)
7.4	软件系统设计	(97)
7.5	系统调试与结果分析	(102)
7.6	总 结	(110)
	参考文献	(110)
第8章	基于 STM32 的视频传输装置的设计	(112)
8.1	引 言	(112)
8.2	系统方案的选择	(113)
8.3	硬件电路设计	(116)
8.4	软件设计	(121)
8.5	系统的制作与调试	(123)
8.6	总 结	(125)

参考文献	(126)
第9章 无线远程监控系统的设计	(127)
9.1 引言	(127)
9.2 系统方案的选择	(127)
9.3 硬件电路设计	(129)
9.4 系统软件设计	(134)
9.5 系统调试及结果分析	(141)
9.6 总结	(143)
参考文献	(143)
第10章 红外热释电家庭防盗器的设计	(145)
10.1 引言	(145)
10.2 系统方案选择	(145)
10.3 硬件电路设计	(148)
10.4 系统软件设计	(155)
10.5 系统调试及结果分析	(157)
10.6 总结	(158)
参考文献	(159)
第11章 无线水位检测报警控制系统的设计	(161)
11.1 引言	(161)
11.2 系统方案的选择	(161)
11.3 硬件电路设计	(164)
11.4 系统软件设计	(169)
11.5 系统调试及结果分析	(172)
11.6 总结	(175)
参考文献	(177)

第1章 绪论

1.1 引言

工程化教育已经成为各大工科院校不得不研究的培养模式,针对工程应用型本科教育应达到的各项素质要求和工程技能,对科研队伍的岗位、职称结构、年龄结构、学历结构、知识结构、能力结构进行分析,得出工程化教育对于工科院校的意义很大的结论,试讨论如下改进心得:

- (1) 引进具有企业和工程背景的高级工程师和高级实验师对科研教师进行工程化培训;
- (2) 提出科研队伍的人才梯队建设方案;
- (3) 提高科研队伍培养学生工程实践的能力、指导学生参加各种大赛的能力;
- (4) 承担科研项目的能力。

1.2 实施实践科研体系

科研定位在于技术开发、技术配套、技术改造、技术服务层面,大力引进企业项目,以项目作为引导和推动科研发展。在参与科研项目的过程中达到以下目标:

- (1) 熟悉产品开发的依据;
- (2) 熟悉系统设计原则;
- (3) 熟悉系统误差分析方法;
- (4) 熟悉信号完整性分析;
- (5) 能够提交完整的产品文档:原理图、印刷电路板(PCB)、调试规程、检定规程、程序清单、料单、产品说明书、企业标准等。

1.3 培训方案实施

将电子产品抽象成一个硬件的模型,主要包括三个组成部分:①输入;

②处理核心;③输出。

电子系统共三种,即检测系统、控制系统和闭环控制系统,检测系统是目
前市场最大的系统。

1.3.1 检测系统

该类系统主要由传感器电路、接口电路(阻抗匹配电路)、信号处理电路、
A/D电路和处理器电路等组成。检测系统框图如图 1-1 所示。

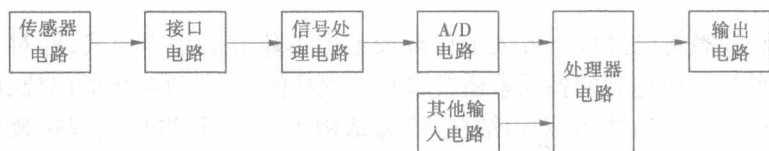


图 1-1 检测系统框图

1.3.2 单向控制系统

该类系统包括信号输出电路、接口电路、执行结构等。控制系统框图如
图 1-2 所示。



图 1-2 控制系统框图

1.3.3 闭环控制系统

将前两个系统结合起来即可形成闭环控制电路。闭环控制系统框图如
图 1-3 所示。

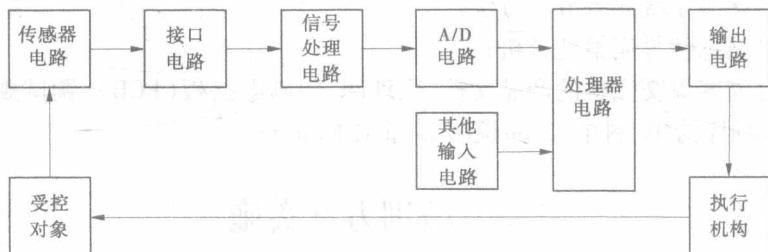


图 1-3 闭环控制系统框图

1.4 本书组织结构

本书是作者根据多年科研电子产品开发和实践经验,并融合了当前物联网技术发展编著而成的。采取了循序渐进的原则,以大量的实例说明技术难点,深入浅出,使电子产品开发和物联网技术初学者能够以无线通信模块为基础,兼顾当前流行技术的发展趋势,注重各种技术之间的融合与灵活应用,理论联系实际,实验联系工程项目,注重创新实验及项目实践,能够将物联网技术真正融会贯通到实际应用中。本书各章节详细内容安排情况如下:

第1章:绪论。阐述了本书选题的背景及意义,强调科研定位于技术开发、技术配套、技术改造,针对电类工程人员在学习过程中普遍存在的问题,提出了一种“基础学习—提升学习—项目训练—科学研究”的培养方案,增强电子开发人员工程设计与实践能力,培养创新意识。

第2章:老人防跌倒报警器的设计。本文设计了一种老年人防跌倒报警器,为了方便携带,这款报警器应该比较小巧。在老人跌倒后,能够将定位到的位置以发送短信的方式给亲属来实现报警功能。检测装置采用的是 MPU6050 模块,报警装置采用的是 SIM900A 模块和蜂鸣器。单片机 STC12C5A60S2 会接收检测装置采集到的数据,然后单片机 STC12C5A60S2 会进行判断,若单片机判断为跌倒,蜂鸣器会现场报警,并采用 VK2828U7G5LF 模块进行 GPS 定位,通过 SIM900A 模块向亲属手机以发送短信的方式报给亲人具体地理位置。

第3章:室内环境监测系统的设计。本章介绍一款以 STM32 单片机为控制核心的室内环境监测系统,可以实现实时采集温湿度的功能,并且可以实现无线传输的功能。由 STM32 单片机控制模块、DHT11 温湿度采集模块、nRF24L01 无线传输模块、Nokia5110 液晶数据显示模块和 AMS1117 电源模块组成。

第4章:远程遥控多功能智能小车的设计。介绍一种多功能智能车的设计方案,研究采用红外对管进行道路识别和主动寻迹,实现蓝牙控制智能车的软硬件设计计划。智能车系统以 STC89C52 作为控制核心,使用 5 个红外对管构成红外对管阵列对路面信息进行采集;单片机将获得的路面信息,经过分析处理后对智能车的前进方向进行控制,若检测到前方道路上有障碍物则自动启动声光报警并自动避开障碍物,完成智能车沿给定的黑线安稳地行驶。

第5章:自动加湿器的设计。设计一种自动加湿器,以 STM32F103R8T6

作控制芯片,结合了 nRF2401、水位传感器、蜂鸣器等模块,在此基础上又通过软件调试和硬件调试,最终形成一款多点温湿度信号采集的自动加湿器,经无线传输发送给主机,达到智能加湿的效果。

第 6 章:基于 STM32 的照相机系统的设计。本设计以 STM32F103ZET6 微处理器为控制核心,用 OV7670 摄像头模块对图像信息进行采集,用 SD 卡对图片进行保存,TFT 真彩液晶显示器以及电源模块组成整个照相机系统,通过软件编程,最后实现照相和图片查看的功能。

第 7 章:基于 STM32 的音乐播放器的设计。介绍一种基于 STM32F103RCT6 微控制器的音乐播放器,利用该控制器读取 SD 卡指定文件夹下的音乐数据,将这些数据发送给 VS1053 进行解码播放,同时在 TFTLCD 上显示当前歌曲信息。用单片机读取存储器的方式来读取几兆甚至几十兆字节大小的音乐数据十分困难,并且 SD 卡本身也使用了文件系统来管理内部数据,FATFS 文件系统的移植就显得非常必要。SD 卡与 VS1053 都是通过 SPI 通信的方式与 STM32 进行数据交互,SPI 通信是本设计的关键,另外还设有三个按键,其功能分别是播放/暂停、上一曲、下一曲,实现了一个带有按键功能的音乐播放器。

第 8 章:基于 STM32 的视频传输装置的设计。设计一种无线视频传输装置的设计与实现,该无线视频传输装置主要使用单片机 STM32 作为控制芯片,通过 NRF24L01 无线收发模块、OV9650 数字摄像头模块、TFT 液晶显示器和按键等实现对视频信号的采集、优化压缩、无线传输、控制和解码显示。

第 9 章:无线远程监控系统的设计。本章介绍了大棚内温湿度自动监测控制的方案,研究采用 DHT11 采集温湿度,nRF2401 对多点的温湿度数据传输接收,在此基础上实现温湿度无线远程监控的硬件设计和软件设计。该系统使用 STC89C52 芯片控制,nRF2401 接收和发送数据,通过接收端 STC89C52 数据分析,对接收到的温湿度进行相应的处理,如当红灯亮时需要进行湿度控制,黄灯亮时需要进行温度控制。

第 10 章:红外热释电家庭防盗器的设计。本章介绍一种主从机配合使用、协作防盗、可灵活安装使用的智能防盗报警器,本智能报警系统的主控芯片是 STM32F103C8T6,由从机的 HC - SR501 热释电传感器模块将被盗产生的信号传到从机的 STM32F103C8T6 单片机,由从机的无线通信模块发送消息到主机的无线通信模块,再由主机的无线通信模块传输到主机的 STM32F103C8T6 单片机,主机的 STM32F103C8T6 单片机的报警模块发出报警信号,通过相连的 GSM 模块将警情传输给用户手机的智能报警系统。

第 11 章:无线水位检测报警控制系统的设计。使用 STC89C52 单片机作为水塔水位控制的核心,通过传感器进行水位的测量,将测得的数据通过无线的方式发送到主机控制系统中,将搜集到的数据与单片机中设置的数据进行比较,进而决定要实现的报警以及控制水泵进水的功能。

第 2 章 老人防跌倒报警器的设计

2.1 引言

老人跌倒已经成为了一种常见现象,并且在跌到后经常得不到及时的救助,从而使伤情更加恶化。跌倒对于老年人的身体健康的损害是很严重的,影响了家庭的安宁,给社会带来的负担也很严重。对于这一社会问题,应该引起重视。鉴于以上背景,本文研究了一种老年人防跌倒报警器。为了方便携带,这款报警器应该比较小巧,在老人跌倒后,能够将定位到的位置发送短信给亲属以实现报警功能。

本章选用的主控芯片是 STC12C5A60S2 单片机。检测装置采用的是 MPU6050 模块,报警装置采用的是 SIM900A 模块和蜂鸣器。单片机 STC12C5A60S2 会接收检测装置采集到的数据,然后单片机 STC12C5A60S2 会进行判断,若单片机判断为跌倒,蜂鸣器会现场报警,并采用 VK2828U7G5LF 模块进行 GPS 定位,通过 SIM900A 模块以向亲属手机发送短信的方式报给亲人具体地理位置。它可以实时检测老年人的活动状态,分析老人是否已经跌倒,在老人跌倒后,发出报警求救信号,将位置信息发送至指定求助对象。这对于每个有老人的家庭来说意义重大,它可以增强老人的自信,保障老年人的出行安全,也能使家人免除后顾之忧。

2.2 系统方案的选择

本课题设计的老人防跌倒报警器,目的是在老人跌倒后实现现场报警,向路人求助的功能,以及向亲属手机发送短信,并有确定位置的功能,需要 GSM 模块实现发短信、GPS 模块实现定位、蜂鸣器现场报警,跌倒检测装置采用的是陀螺仪和加速度传感器模块。

2.2.1 控制方案的选择

方案一:采用传统的单片机来实现本设计。

方案二:采用 ARM 来实现本设计。

ARM 近些年来应用比较广泛,尤其是在高端产品的开发上,运行速度比传统的单片机快很多,甚至可以与电脑相提并论,在嵌入式控制系统方面应用广泛。但是如果从价格方面考虑,ARM 要比单片机贵很多。在芯片类型的选择上,单片机种类繁多,可供选择的范围比较广,ARM 可选择的类型并不多。比较而言,本次设计采用单片机比较合适。

在单片机的选择上,因为本设计中添加了 GPS 和 GSM 模块,对单片机的要求相对而言比较高,传统的 51 单片机速度太慢,因此选用的是 STC51 系列的单片机 STC12C5A60S2,它的处理速度要比 51 单片机快很多倍。

综上所述,本系统控制方案选择的是方案一,采用的是 STC12C5A60S2 单片机。

2.2.2 检测方案的选择

方案一:采用陀螺仪和加速度传感器两个模块完成设计。

方案二:采用陀螺仪以及陀螺仪模块内部集成的加速度计完成设计。

目前比较常见的跌倒报警器大多采用单一的加速度传感器作为检测装置,但是因为人体的活动状态很复杂,所以仅仅依靠加速度计无法测出转动的动作,只能检测到轴向的线性动作,因此判断准确率不高。所以,本次设计的在传统的利用加速度计检测线性加速度的基础上,又添加了检测角速度的陀螺仪。通过模块内部的算法,利用三轴加速度和角速度的值,计算得出姿态角,通过对姿态角的判断,检测是否为跌倒状态。

如今大多陀螺仪模块中都有自带的加速度计。如果采用第一种方案,调试及编程会比较简单,但是这样一来,整个系统的体积会变大,而且需要的资金会更多,性价比不高。如果采用第二种方案,编程及调试可能会相对复杂一些,但是节省了成本,并且缩小了体积。后来又了解到之前打算采用的加速度模块已经停产,目前使用的人并不多,所以采用的是第二种方案。

对于陀螺仪与加速度传感器集成模块的选择,又设计了两种方案,分别为 MPU6500 6DOF 模块和 MPU6050 6DOF 模块。经过仔细对比这两种方案,得到结论如下:两个模块的供电电压、陀螺仪范围、加速度范围、引脚间距等均相同。虽然 MPU6050 只支持 IIC 协议,MPU6500 支持 IIC 和 SPI 协议,但是 MPU6500 的稳定性没有 MPU6050 好,并且目前应用 MPU6050 的人也比较多。

综上所述,本次采用方案二,检测模块选用的是 MPU6050 模块。

2.2.3 报警方案的选择

方案一:采用 GSM 模块通过短信、电话的方式报警。

方案二:采用 GSM 模块通过短信、电话的方式报警,以及蜂鸣器现场报警。

考虑到整个设计的实用性,在老人跌倒后,GSM 模块会向老人的亲属发短信,打电话。但是有时候这种方式不能及时使老人得到救助,比如说在老人独自出门在外的情况下,毕竟远水救不了近火,等家人赶到救援的话会来不及。为了避免长时间倒地不起对老人身体带来的损伤,添加蜂鸣器报警就很有必要了,它可以提醒旁边的路人先将老人扶起,使老人及时就医。

另外,在 GSM 模块的选择上,也设计了两种方案,分别是 SIM900A 模块以及 SIM340 模块。我们选择一个模块,一般会考虑以下几个方面:方便使用、设计简单、价格低廉等方面。通过对比,了解到两款模块功能相似,应用方向也类似,但是 SIM900A 模块尺寸更小、价格更低,相比较而言性价比更高。因此,本次设计选用的是 SIM900A 模块。

综上所述,选用的是方案二,GSM 采用的是 SIM900A 模块。

2.2.4 定位方案的选择

方案一:采用 NEO-7N UBLOX 卫星定位器模块定位。

方案二:采用 VK2828U7G5LF GPS 模块定位。

NEO-7N UBLOX 工作电压为 3.3~5.0 V,默认波特率为 9 600,输出频率为 1 Hz,适用于低成本产品设计方面。VK2828U7G5LF 模块的芯片采用行业标准尺寸,采用 NMEA 0183 协议;配置高灵敏度的天线;两款模块的定位精度以及尺寸大小相差无几,但考虑到 VK2828U7G5LF 模块目前在市场上的应用比 NEO-7N 模块更多,价格也要便宜一些,并且经过分析对比以及前人经验得到 VK2828U7G5LF 模块搜索卫星信号更快,定位所需时间更短。

综上所述,本次设计采用的是方案二。

2.2.5 供电方案的选择

方案一:采用电池供电。

方案二:采用 USB 口接外部电源供电。

如果采用电池供电,会需要考虑更换电池的问题,并且经过长期使用,电池的输出电压会减小,影响本系统的正常使用。而用外部电源通过 USB 口供

电,就不用考虑这方面的问题,电压会比较稳定。

综上所述,供电方案采用的是方案二。

2.3 系统硬件设计

本次设计的老人防跌倒报警器主控芯片采用的是 STC12C5A60S2; MPU60506DOF 六轴加速度陀螺仪模块作为检测老人摔倒的检测传感器;报警模块是蜂鸣器和 GSM。蜂鸣器模块现场报警, SIM900A 模块通过给亲友发短信的方式报警;还有 GPS 模块作为老人摔倒后地址定位的传感器,考虑到扩展的可能性,额外增加了一个继电器控制,可以外接自己认为能够减少摔倒带来的伤害的模块,比如安全气囊之类的。总体系统框图如图 2-1 所示。

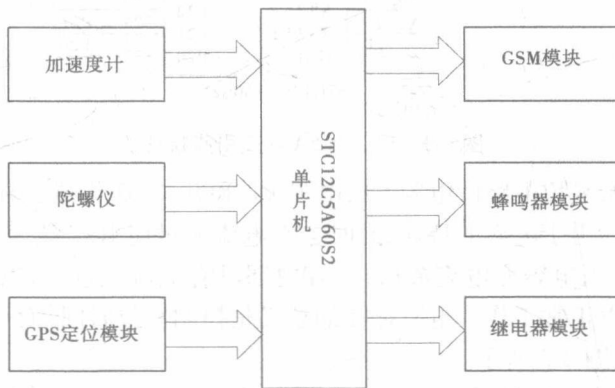


图 2-1 总体系统框图

2.3.1 单片机控制模块

单片机控制模块是整个系统的核心。系统中其他的模块,比如 GSM 模块、陀螺仪模块、GPS 定位模块等都是在单片机控制模块下正常工作的。单片机内部的程序正常工作的状态下,让所用的元器件数量达到最少,就是单片机的最小系统。

STC12C5A60S2 单片机采用的是 DIP40 封装,供电电压为 5 V,工作频率为 0~35 MHz,机器周期为 1T,有 44 个 I/O 口,不需要通过下载器,而能够通过串口连接下载程序,比较方便。驱动能力更强,存储容量更大。单片机的程序下载接口有四个引脚,分别连接电源、地线、单片机的引脚 P30(RXD)与 P31(TXD)。单片机 STC12C5A60S2 的引脚图如图 2-2 所示。

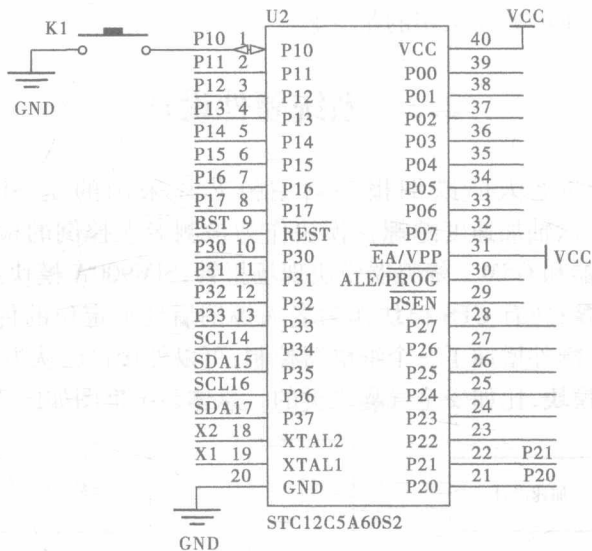


图 2-2 STC12C5A60S2 引脚接线

本设计中,复位电路由电容 C1、电阻 R2 和开关 S3 组成。在系统上电和按下复位键时,由于电容的特性,此时会有电流流过使 RST 端为高电平,也就是产生复位。当电容充电完成后,电容内部没有电流流过,所以 RST 端是低电平,电路得以正常工作。电阻存在的意义是控制复位时间,而不是限流。复位电路设计如图 2-3 所示。

晶振电路在单片机系统中是必不可少的,晶振 Y2 的两端分别连接电容 C2、C3,还要连接单片机的 X1、X2 引脚。C2 和 C3 的另一端接地。晶振电路设计如图 2-4 所示。

2.3.2 检测模块

本次设计采用的检测装置是 MPU6050 模块,MPU6050 模块集成了三轴加速度计和三轴陀螺仪,避免了加速度与陀螺仪时间轴不一样的问题。因为是集成模块,输出量是数字量,所以不需要 A/D 转换电路。

加速度计的功能是测量物体运动的线性加速度。对于加速度计来说,三轴比两轴的检测更准确,因为三轴加速度计测的是三维空间的加速度。MPU6050 模块集成的加速度计具有良好的抗冲击能力,输出稳定,有过电流保护、自我检查等功能。在本系统中,用来检测老人运动过程中空间三个垂直方向的线性加速度。