

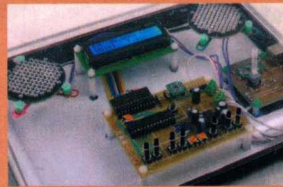
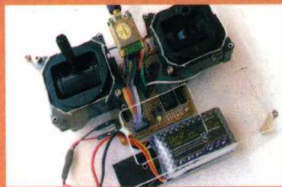
无线电 精汇

精选单片机设计与制作

Build
Your Own Kits
with MCU

30例

(第2版)



《无线电》编辑部 编著

红外感应门 模型遥控器 音乐播放器
GPS卫星定位仪 调频收音机 RFID卡读写器
盖革-米勒计数器 温度计 移动电源 电子秤
独特的设计思路 详尽的DIY资料 经典的制作方案



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电 精汇

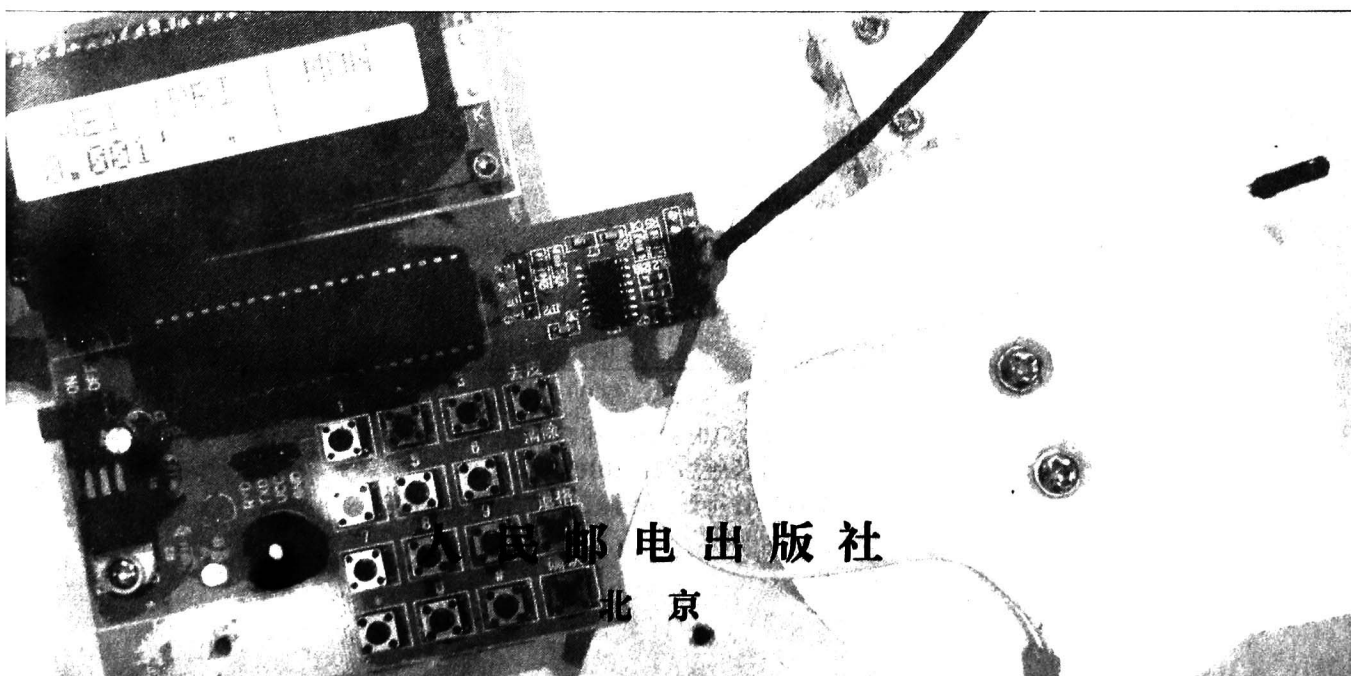
精选单片机设计与制作 30例 (第2版)

■ 《无线电》编辑部 编著

B
Y

O
M

K



邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

精选单片机设计与制作30例 / 《无线电》编辑部编
著. — 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2015. 7
(《无线电》精汇)
ISBN 978-7-115-39456-9

I. ①精… II. ①无… III. ①单片微型计算机 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第114723号

内 容 提 要

《精选单片机设计与制作30例》是“《无线电》精汇”系列中的一本, 精选汇编了30个优秀的单片机设计与制作项目, 包括遥控与自动控制、电源与充电器、实用制作、仪器仪表等4方面的内容。在再版的过程中, 本书从2013—2014年《无线电》杂志刊登的单片机制作项目中精选了14个新项目更新进来, 使本书阅读价值进一步提高。

单片机在现代化电子产品中应用广泛, 是产品智能化的基础, 因而是电子爱好者不可不学的制作项目。本书汇集的制作实例内容丰富、资料翔实、实用性强, 是近年来国内电子爱好者、电子技术专业人士在单片机制作项目中的精品, 值得读者学习与借鉴。

本书不仅适合电子爱好者、单片机学习者阅读, 还可以为大中专学校师生开展电子科技实践活动提供有益的参考。

◆ 编 著 《无线电》编辑部

责任编辑 周 明

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 16

2015年7月第2版

字数: 295千字

2015年7月北京第1次印刷

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

电子制作项目向来都是电子爱好者、大中专学校电子专业师生的最爱。《无线电》杂志自1955年创刊以来,历经近60年、出版600余期,刊登了大量知识性、趣味性、可操作性俱佳的无线电制作文章,伴随着一代又一代无线电爱好者成长,拥有了一批又一批无线电和电子技术的粉丝。当代很多从事电子技术工作的专家、教授都出自当年的青少年无线电爱好者。有的无线电爱好者虽然没有从事电子技术专业工作,但他们能把自己的专长运用到工作中,使电子技术在其他领域得到了广泛的应用和发展。《无线电》杂志为自己在“科普、创新、实作、分享”当中不懈努力、得到众多粉丝认可而感到欣慰。

电子科学技术的发展是一个国家科学技术进步的重要标志之一。普及无线电和电子科学技术既是国家科学技术发展的需要,也是培养新世纪科技人才的需要,更是《无线电》杂志义不容辞的使命。为此,我们适时地把《无线电》杂志上介绍过的、优秀的制作类文章,认真精选汇编成书,以方便广大读者,延伸《无线电》杂志的科普服务功能。

2001年,我们汇编出版了第一本《无线电制作精汇》,精选汇集了《无线电》杂志发表的7大类382个制作项目。2005年汇编出版了《无线电制作精汇(2)》,精选汇集了第一本《无线电制作精汇》以后《无线电》杂志发表的8大类200个制作项目。这些书出版以来一直受到读者的欢迎并不断重印。

应广大读者要求,我们汇编了这套“《无线电》精汇”系列图书,内容取自《无线电制作精汇(2)》以后、特别是近年来《无线电》杂志发表的优秀制作类文章。既有传统的经典无线电与电子制作,又有体现时代特征的单片机应用开发制作,以及新世纪创意迸发的开源制作项目。这些项目既可以用于业余和课外电子制作活动,又能用于改进家用电器的功能,还可以用于开发电子产品。

“《无线电》精汇”系列图书内容丰富、信息量大、涵盖技术领域宽广、资料齐全、实用性强,是广大电子技术人员、科研人员、无线电爱好者的重要参考手册,也是大中专学校学生开展电子科技实践活动的得力指导书籍。

《无线电》编辑部

第一章 遥控与自动控制

- ❶ 红外感应自动移门的设计 2
- ❷ 通过手势控制的体感音响 9
- ❸ 红外感应开关的创新制作 28
- ❹ 自制模型遥控器 38

第二章 电源与充电器

- ❺ DIY 8 路供电中控系统 46
- ❻ 饮水机自动关电源专用插座 54
- ❼ 多功能移动电源制作全方案 62
- ❽ 智能数字电池充电器的设计 78

第三章 实用制作

- ❾ 一款简单的室内外双显温度计 88
- ❿ DIY 定时摄影装置 91
- ⓫ ARM7 音乐播放器 95
- ⓬ GPS 记录器 DIY 102
- ⓭ 没有琴弦的电子琴 111
- ⓮ 单片机让数字调频收音化繁为简 115
- ⓯ RFID 卡读写器的设计 124
- ⓰ 用 VB 和单片机设计手机短信远程监控系统 134
- ⓱ 快递追踪器 148

18 GSM 短信收发控制系统的设计 155

19 打造射频卡流量监控系统 169

第四章 仪器仪表

20 GPS 卫星定位仪 DIY 180

21 基于 HMC5883L 的电子罗盘 185

22 自制数字示波器 191

23 自制电感和电容测量仪 204

24 自制检测核辐射的利器——盖革 - 米勒计数器 210

25 数字电子秤制作方案 215

26 反射式红外测速仪 DIY 224

27 低成本快速心率测试仪 230

28 DIY 迷你单片机学习板 236

29 自制用于 STC 的 USB 转串口下载器 242

30 简易网络测试仪 244

第一章

遥控与自动控制

1

红外感应自动移门的设计

红外感应自动移门无需人工干预，全自动运行，运转时平稳、安静。其高可靠性使得它适用于许多场合，是方便和舒适的理想产品。

红外感应自动移门由以下7部分构成。

(1) 主控制器：它是自动感应门的指挥中心，通过内部编有指令程序的单片机，发出相应指令，指挥电机或电锁类系统工作。人们还可以调整自动感应门门扇的开启速度、开启幅度等参数。

(2) 感应探测器：可以采用红外、激光或超声波等探测器。目前主要采用红外探测器，负责采集外部信号，如同人们的眼睛。当有移动物体进入它的工作范围时，它就给主控制器一个启动信号。

(3) 动力电机：提供开门与关门的主动力，控制自动感应门门扇加速或减速运行。

(4) 门扇吊具走轮系统：用于悬挂活动门扇，同时，在动力牵引下带动门扇运行。

(5) 门扇行进轨道：就像火车的铁轨，约束门扇的吊具走轮系统，使门扇按特定方向行进。

(6) 同步皮带（或三角皮带）：这是用于传输电机所产生的动力，牵引门扇吊具走轮系统。目前大部分产品使用同步皮带。

(7) 下部导向系统：这是门扇下部的导向与定位装置，防止门扇在运行时前后摆动。

1.1 工作过程

上电后，红外感应自动移门先进行初始化工作：以学习速度缓慢开门，撞墙后停下，并清除长度计数器。然后，以学习速度缓慢关门，门关拢后停下，将测得的正确行程（开门或关门长度）存入单片机的EEPROM，从而进入待机状态。

在待机状态下，如果红外感应探测器探测到有人进入，便输出一个启动信号给主控制器。主

控制器得到此信号后,控制电机运行,同时监控电机转数(开门长度),以便控制电机在什么时候加速、什么时候匀速、什么时候减速运行。电机得到一定运行电流后,正向运行,将动力传给同步带,再由同步带将动力传给吊具系统,使门扇开启,完成一次开门过程。

自动感应门扇开启后,由控制器作出判断,如较长时间没有探测到人员进出,则通知电机反向运动,关闭门扇。

一次开门与关门过程中,电机的转速变化分析如图 1.1 所示。

在待机状态时,操作员可以输入红外感应自动移门的相关工作参数,见表 1.1。

1.2 系统方案设计

红外感应自动移门的主控制器由单片机控制器、数码管显示器、直流电机推动-驱动电路、速度信号反馈电路、继电器控制电路、按键输入电路、用户状态设置电路、红外线感应探测器及电源等组成,如图 1.2 所示。

为了控制开门长度,我们需要监控电机转数,因此需要取得电机的旋转脉冲。常用的元器件为光栅式编码器,为了降低成本,我们使用遮断式光电开关(见图 1.3)和自制的光栅盘构成转速信号反馈组件,如图 1.4 所示,光栅盘上的透光孔依需要可打 8~24 个。

在不明显降低使用寿命的前提下,为了降低成本,可以选用优质的 24V 有刷电机。这样,电机的控制芯片就可使用目前很流行的 LMD18200。LMD18200 是美国国家半导体公司的单通道直流电机驱动芯片,在 12~60V 电压下,可输出高达 3A 的电流,可以驱动一个较大功率的直流电机或步进电机。它内部集成有续流二极管,并有一个电流检测反馈输

表 1.1 红外感应自动移门的相关工作参数

设定状态 set_status	作用	范围	默认
0	正常工作	—	—
1	输入门靠墙停顿时间	0~9	3
2	输入开门最大速度	0~9	4
3	输入开门最小速度	0~9	4
4	输入开门挤人灵敏度	—	—
5	输入关门最大速度	0~9	4
6	输入关门最小速度	0~9	4
7	输入关门挤人灵敏度	—	—
8	输入学习速度	0~9	4

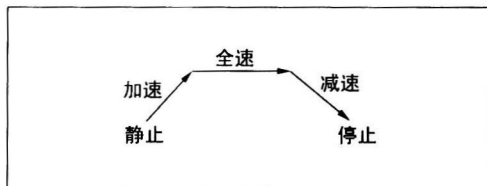


图 1.1 一次开门或关门过程中,电机的转速变化

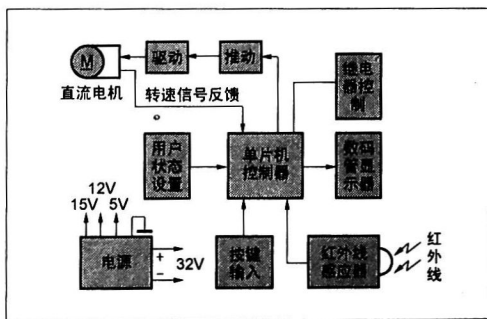


图 1.2 红外感应自动移门主控制器的构成

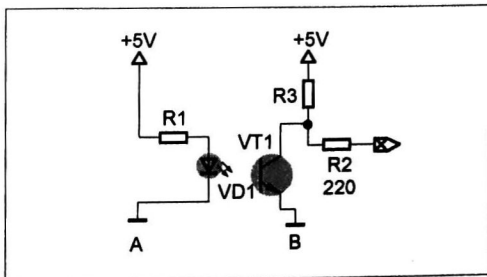


图 1.3 遮断式光电开关的电路图

设置面板由两把钥匙控制，其中一把钥匙控制锁停门扇，另一把钥匙控制自动移门的 8 种工作状态。IC202 ~ IC205 为光电耦合器。门外侧的红外感应探测器 1 的输出信号加到 JP203 的 1 号脚，门内侧的红外感应探测器 2 的输出信号加到 JP202 的 6 号脚。红外感应探测器的作用是探测是否有人靠近自动移门，一旦有人靠近，会输出一个低电平。IC206 为美国国家半导体公司生产的直流电机专用推动电路 LMD18200，单片机发出的调宽脉冲信号经 PWM 端输入，OUT1、OUT2 端即输出对应的直流电机调宽推动脉冲。SACE 端为刹车信号控制端，加高电平后实现直流电机的紧急刹车。FA 端为正反转控制端，高电平控制电机正转，低电平控制电机反转。LMD18200 的输出端扩展了以 VT205 ~ VT208 为分立元件构成的直流电机桥式驱动器，功率余量大，性能稳定。R236、VT208、VT209 等构成电机堵转检测电路，当检测门扇全开或全关时（这时电机产生堵转），

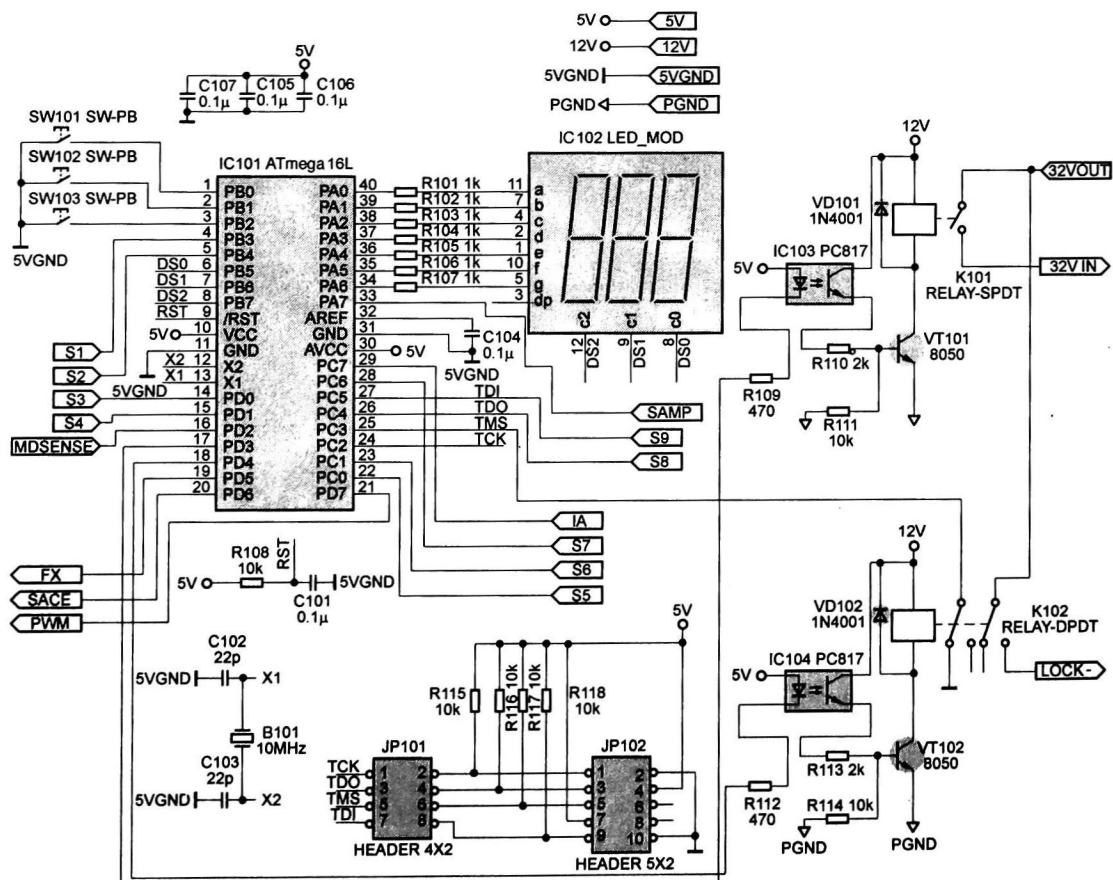


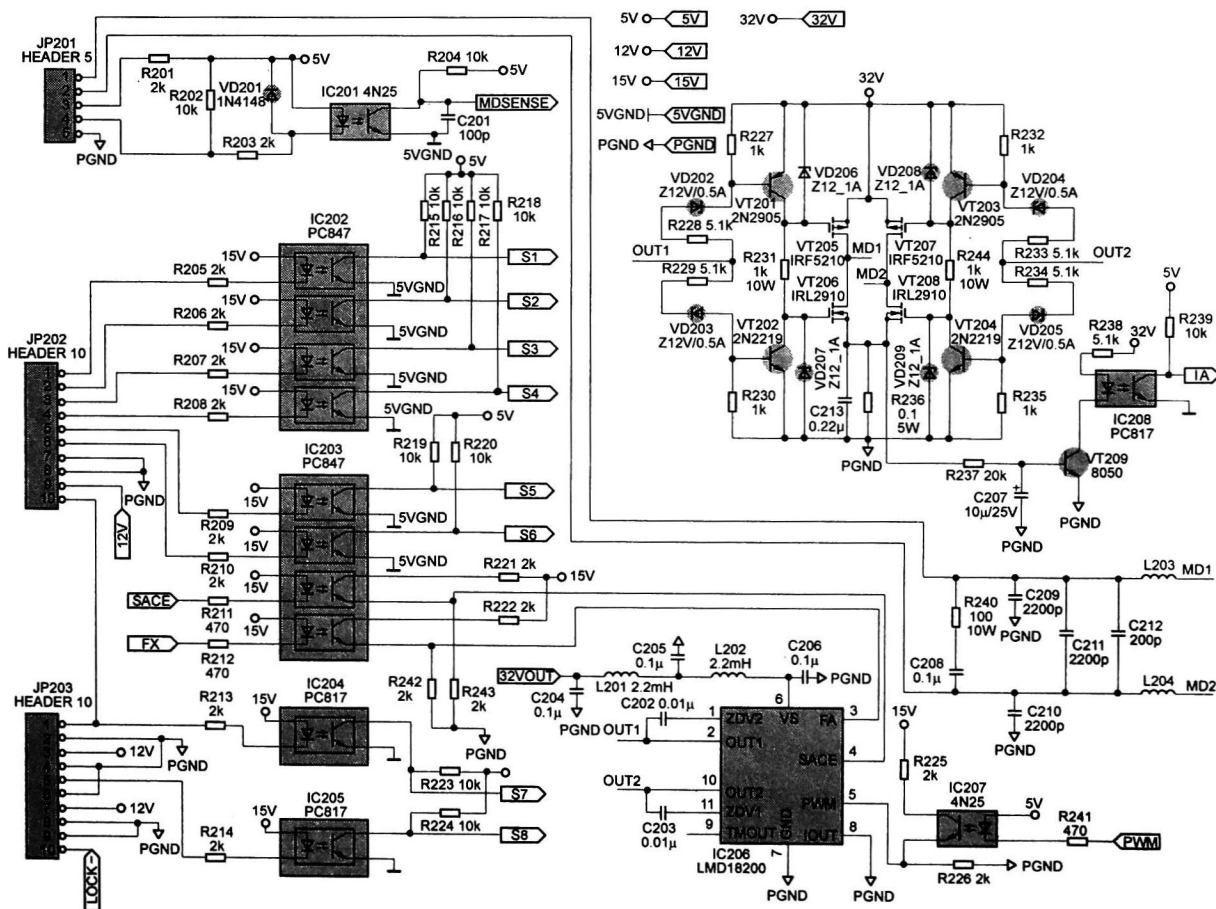
图 1.7 cpu&relay 子电路图

光电耦合器 IC208 导通, 产生一个低电平给单片机。

1.3.3 power 子电路

power 子电路如图 1.9 所示。T301 为控制变压器, 次级共有 4 个绕组, 经整流、滤波后, 得到 15V DC OUTPUT、12V DC OUTPUT、5V DC OUTPUT、SAMP OUTPUT 四组直流电压, 供应红外感应自动移门的主控制器电路工作。其中 SAMP OUTPUT 目前未使用, 留待将来系统升级时使用。T302 为主变压器, 其次级 24V AC 经整流、滤波后, 得到 32V DC 供应直流电机工作。

设计完成的红外感应自动移门控制器 PCB 如图 1.10 所示。



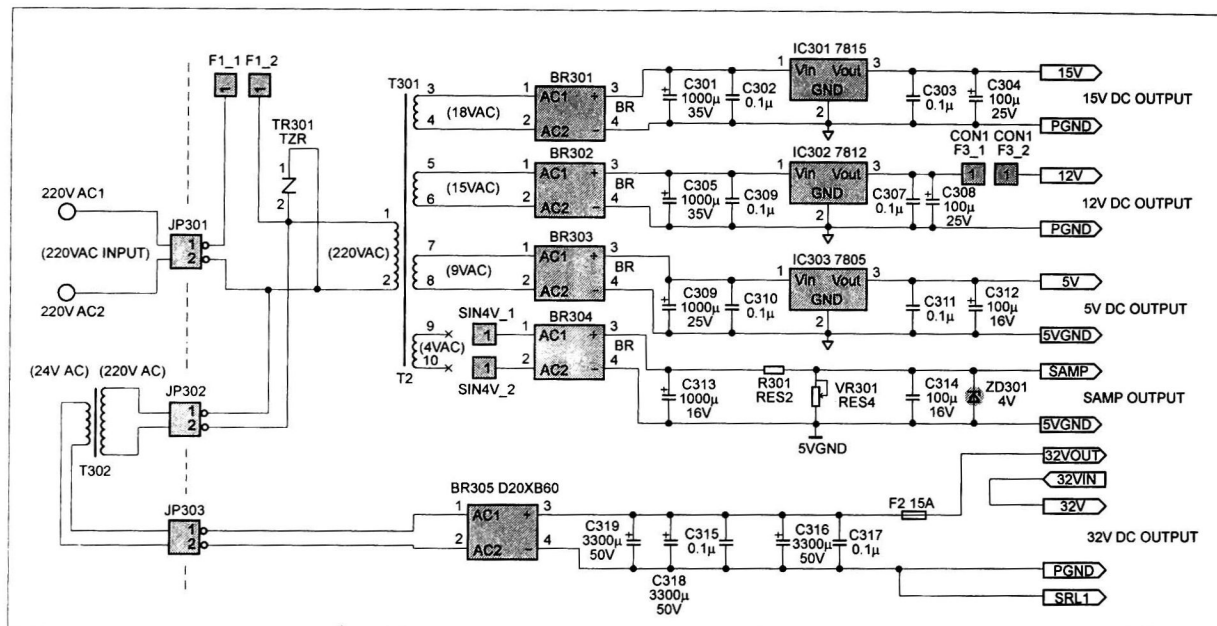


图 1.9 power 子电路图

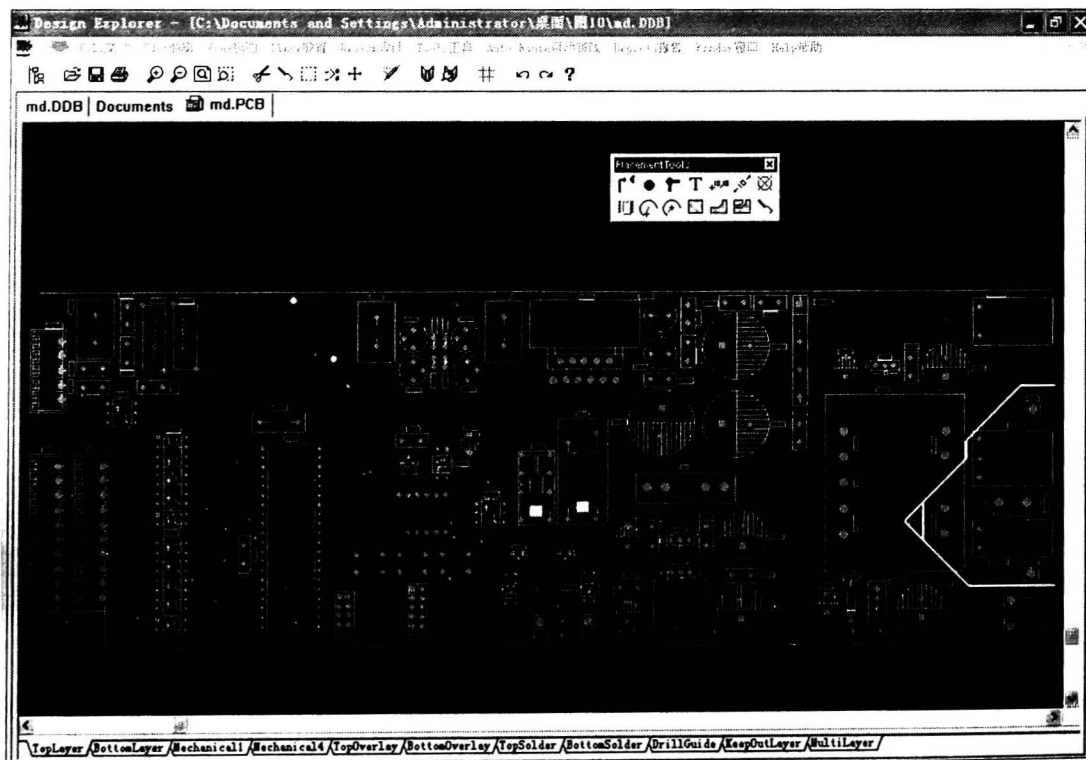


图 1.10 红外感应自动移门控制器 PCB

1.4 程序设计

控制程序采用 C 语言设计，使用 ICC7.14C 编译器编译，比较简洁易懂。限于篇幅，这里就不做具体分析了，见《无线电》杂志网站 www.radio.com.cn。

1.5 保养及维护

红外感应自动移门由于受安装质量及使用环境的影响，使用过程中难免会发生问题。如果长期缺乏保养，导致自动门存在的隐患及小故障得不到及时处理，将会由小故障变成大故障，最终可能导致自动门的瘫痪，因此用户平时需要定期进行以下项目的保养工作。

- (1) 清洁机箱内部的油污、灰尘。
- (2) 检查自动门各种部件的磨损情况，检查自动门的支位偏差及螺丝松紧情况。
- (3) 检查皮带的松紧情况。
- (4) 检查控制器对电机输出、开关门宽度、速度、制动等状态是否正常。
- (5) 检查电压参数是否正常。
- (6) 维修、更换损坏的部件。

文：汤志强

2 通过手势控制的体感音响

在一些科幻电影中，我们经常能看到人们用手指在空中划动几下就可以控制一台机器。现在我要介绍一款音响，它不是一台普通的音响，而是一款能感知手势的音响。没有开关，没有按键，甚至连一个音量控制旋钮都没有，完全通过探测你的手势来实现开/关机、音量的增/减等操作。



你一定想知道它是怎么工作的，原理其实很简单，就是使用传感器来测量手与机器的距离，根据不同的距离来控制音响，整个系统的构成如图 2.1 所示。当然这是一维探测，如果有两个传感器水平放置，通过计算两个传感器与手的距离差就可以进行二维控制。

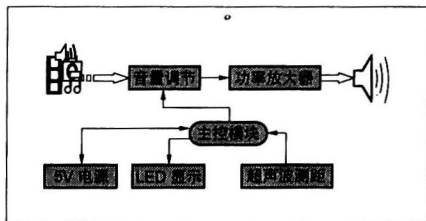


图 2.1 体感音响的系统构成

2.1 材料准备

2.1.1 测距传感器

目前市面上比较流行的测距方法有 3 种：无线电测距（也就是常说的雷达）、激光测距和超声波测距。无线电测距在这里显然不行，我们的测距探头要求达到毫米级的精度，而且长时间的电磁辐射会对身体造成伤害。至于激光测距，探头通常造价不菲，另外过强的激光束可能伤害到眼睛。因此，最合适的要数超声波测距了。超声波只是发射出听不见的声音，精度可以保证，还存在盲

区小的优点,不会发生手晃动一下,传感器就失去目标的现象。

为了简化硬件设计,最好购买现成的模块,实物如图 2.2 所示。

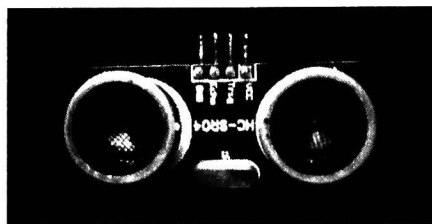


图 2.2 超声波测距模块

2.1.2 中央控制器

过去,51 内核的单片机牢牢地占据着微控制器市场,直到现在也是初学者入门嵌入式系统的绝佳选择。然而任何事物都有一个生命周期,51 内核的“先天不足”越来越明显。CISC 的复杂架构使芯片门数增加,从而导致功耗高,时钟频率难以提高。RAM、ROM 容量普遍偏小,使其很难运行嵌入式实时操作系统,导致研发周期加长。从目前的形势来看,以 ARM 公司 Coretex-M3 为内核的 STM32 系列微控制器最合适不过了。以 STM32F103RBT6 芯片为例,仅十余元的价格,就带来很多令人兴奋的配置:最高 72MHz 的时钟频率,带有 USB2.0、I²C、USART、SPI、IIS、CAN 等接口,拥有 128KB 的片内 Flash、20KB 的 RAM,拥有 49 个 I/O 口 (GPIO)、8 个定时器,20mA 的灌电流直接驱动 LED……最主要的是,可以运行 μ C/OS-II 等流行的嵌入式操作系统。其资料也相当齐全,在网上可以找到很多开发板,有的不但附赠很多源代码,甚至还提供视频教程、配套书籍等。因此,不管你是老手还是新手,都是很值得一学的。

为了节约电路板面积、提高性能,目前大部分芯片都采用了贴片封装。这或许会给手工焊接的质量提出更高的要求,不过购买最小系统模块也是不错的选择,虽然稍微贵点,但是硬件性能能得到保证,使我们不用总是做一些重复性的劳动,而是把精力集中在软件的编写上。已经包含最小系统的 RBT6 模块如图 2.3 所示。

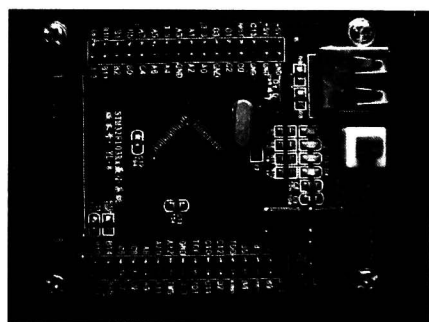


图 2.3 包含最小系统的 RBT6 模块

2.1.3 放大器与数字音量电位器

同样,为了简化硬件,放大器仍用现成的模块,如图 2.4 所示。现在的音频放大器模块种类很多,具体规格就要看你自己的喜好了。我选用的是一款功放芯片为 TEA2025B 的 3W 双声道模

块，其增益可通过微调电阻调节，+5 ~ +12V 供电，用来做电脑的桌面音箱已经足够了。

至于音量调节电路，就需要自己动手制作了。我选用 FM62429 作为音量调节模块的核心，完成后的实物如图 2.5 所示。其制作过程我会在后面详细介绍。

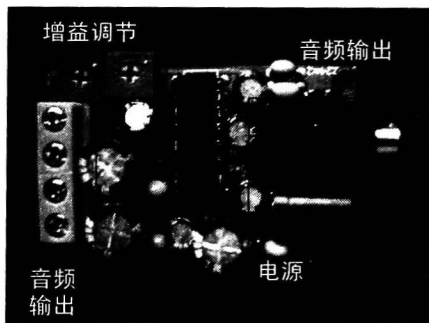


图 2.4 基于 TEA2025B 的放大器模块

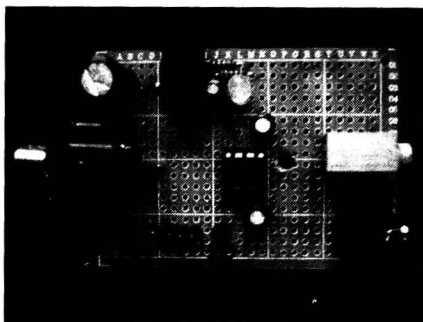


图 2.5 自制的音量调节电路

2.1.4 其他

另外还需要 LED 若干、万用板 2 片、一些常用的接插件、线材以及焊接工具等，具体就不多说啦，相信 DIY 爱好者一定早有准备。

2.2 软件：前后台还是操作系统？

在我学习 $\mu C/OS-II$ 嵌入式实时操作系统时，看到过一句话，大致是这样的：当你学会使用操作系统，就再也不想回到前后台的开发方式。这不禁让我想起当初学汇编和 C 语言时，一开始总是在想，学会了汇编是不是还有必要学 C 语言，但当我学会了 C 语言，就再也不想转回汇编语言开发程序。使用操作系统到底有多少优点，我不想多说，这需要自己去实践。我想说的是，有很多知识，我们并没有意识到是需要的，直到我们学会了并且应用了。

常用的嵌入式操作系统有很多，比如大名鼎鼎的 VxWorks、当前手机使用最多的 Android，以及通过美国航空管理局认证，已经应用在“好奇”号火星车的实时内核 $\mu C/OS-II$ 等。在这里我使用 $\mu C/OS-II$ ，主要考虑到它源代码开放、结构简单、在国内比较流行，而且有大量的学习资源及代码。

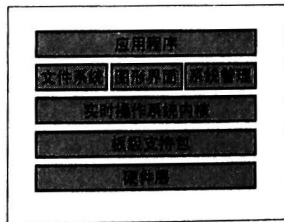


图 2.6 嵌入式软件系统的基本模型

嵌入式软件系统的基本模型如图 2.6 所示。当然，并