

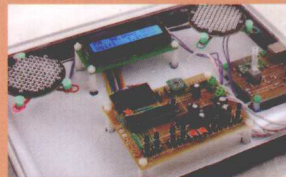
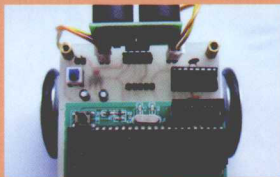
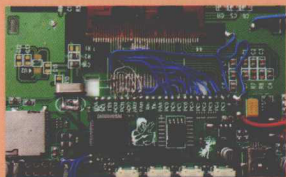


无线电 精汇

精选单片机设计与制作

Build Your Own Kits with MCU 30例

■ 《无线电》编辑部 编
门宏 审



红外感应开关 多通道无线遥控 音乐播放
GPS 卫星定位仪 调频收音机 机器人小车
盖革-米勒计数器 温度计 单片机学习板
独特的设计思路 详尽的 DIY 资料 经典的制作方案



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

Build
Your Own Kits
with MCU

■ 《无线电》编辑部 编
门宏 审



人民邮电出版社
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

— 北京 : 人民邮电出版社, 2013. 10

(《无线电》精汇)

ISBN 978-7-115-32311-8

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 (2013) 第216641号

内 容 提 要

本书是“《无线电》精汇”系列中的一本, 精选了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、趣味制作、仪器仪表、单片机开发与通信等6个方面的内容。

单片机在现代化电子产品中应用广泛, 它是产品智能化的基础, 单片机设计与制作是电子爱好者不可不学的内容。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 《无线电》编辑部

审 校 门 宏

责任编辑 周 明

责任印制 彭志环 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 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: 14.75

字数: 272千字

2013年10月第1版

印数: 1-3000册

2013年10月北京第1次印刷

定价: 45.00元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67134095 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

前言

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

目录

第一章 遥控与自动控制

- ❶ 红外感应自动移门的设计 2
- ❷ 基于 8 核微控制器 Propeller 开发板的手势识别系统设计 9
- ❸ 红外感应开关的创新制作 22
- ❹ 单片机控制的多通道无线遥控装置 32

第二章 电源与充电器

- ❺ “智能家居”之 DIY 8 路供电中控系统 52
- ❻ 单片机控制的无线遥控多电源 60
- ❼ 能“锁定输出电压”的安全型数控稳压电源 68
- ❽ 太阳能路灯的搭档——智能高效充电控制器 77

第三章 实用制作

- ❾ 一款简单的室内外双显温度计 86
- ❿ DIY 定时摄影装置 89
- ⓫ ARM7 音乐播放器 93
- ⓬ GPS 记录器 DIY 100
- ⓭ 没有琴弦的电子琴 109
- ⓮ 单片机让数字调频收音化繁为简 113

CONTENTS

第四章 趣味制作

- ⑮ 基于 LD3320 语音模块与 AVR 单片机的“听话”小车 124
- ⑯ 实战 AVR 机器人小车 131
- ⑰ 小小萤火虫——定时器 PWM 功能的应用 143
- ⑱ 简易超声波避障小车的制作 151
- ⑲ 走迷宫小车的原理与设计 156

第五章 仪器仪表

- ⑳ GPS 卫星定位仪 DIY 164
- ㉑ 基于 HMC5883L 的电子罗盘 169
- ㉒ 自制数字示波器 175
- ㉓ 自制电感和电容测量仪 188
- ㉔ 自制检测核辐射的利器——盖革 - 米勒计数器 194
- ㉕ 免数码管驱动的 0~999V 自动量程电压表 199

第六章 单片机开发与通信

- ㉖ AVR 单片机使用 SPI 通信扩展 I/O 口 204
- ㉗ AVR 单片机与 CPLD 之间使用 SPI 总线进行通信 208
- ㉘ DIY 迷你单片机学习板 216
- ㉙ 自制用于 STC 的 USB 转串口下载器 222
- ㉚ 用 CH341A 自制单片机程序下载器 224

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：用于吊挂活动门扇，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。

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	设定范围	默认值
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

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出,过热时能自动关断。它具有一个方向引脚和一个 PWM 信号输入引脚,制动引脚输入支持再生制动。只要 PWM 信

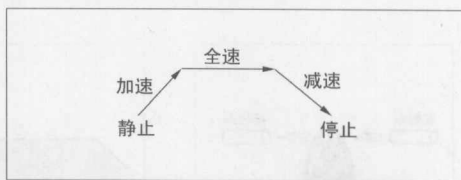


图1.1 一次开门或关门过程中,电机的转速变化

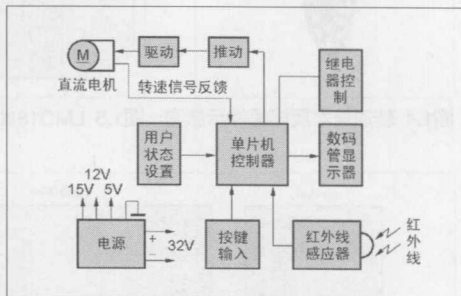


图1.2 红外感应自动移门主控制器的构成

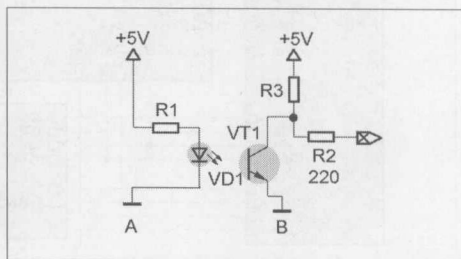


图1.3 遮断式光电开关的电路图

号的频率低于 1kHz，芯片内部的电容就足以让电荷泵为 H 桥集成功放电路上的 MOS 场效应管提供较高的电压。当 PWM 信号频率高于 1kHz 时，引脚 1 和引脚 2 之间、引脚 10 和引脚 11 之间，需要各加一个 $0.01\mu\text{F}$ 的电容。LMD18200 的典型应用方式如图 1.5 所示。

1.3 电路设计

由于红外感应自动移门的主控制器电路比较复杂，我们采取了层次化设计，共分为 cpu&relay、sen&in、power 等 3 个子电路（层次），子电路之间的连接方法如图 1.6 所示。

1.3.1 cpu&relay 子电路

cpu&relay 子电路如图 1.7 所示。单片机控制器 IC101 是整个系统的核心，负责整个红外感

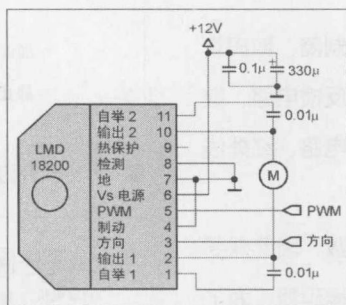
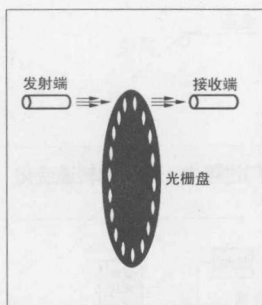


图1.4 转速信号反馈组件示意图 图1.5 LMD18200的典型应用

应自动移门的运行，这里使用功能强大、高性价比的 ATmega16L，有效利用了它的片上资源。IC102 为 3 位的数码管显示器，用来显示按键输入。SW101~SW103 为按键输入电路。JP102 为调试使用的 JTAG 仿真口。JP101 为短路所用的双排针，用于选择是否启用 JTAG 仿真。继电器 K101、K102 用于通 / 断驱动电机的 32V 电压及锁停门扇。

1.3.2 sen&in 子电路

sen&in 子电路如图 1.8 所示。IC201 为高速光电耦合器，它将直流电机旋转编码器输出的 15V 脉冲信号转换为 5V 脉冲，送入单片机处理。JP202、JP203 连接到用户状态设置面板上。用户状态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

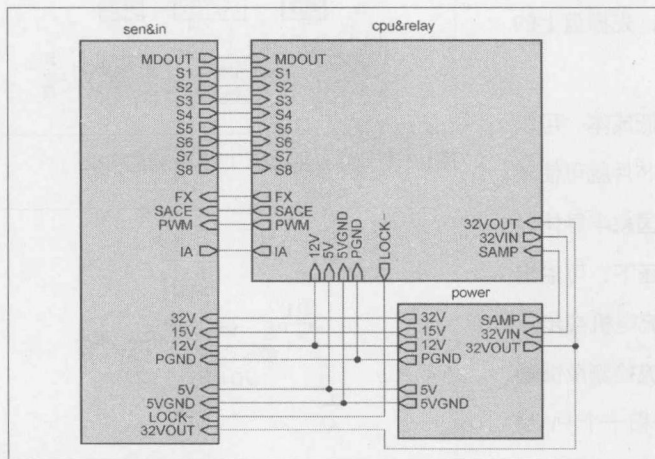


图1.6 子电路的连接

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），光电耦合器 IC208 导通，产生一个低电平给单片机。

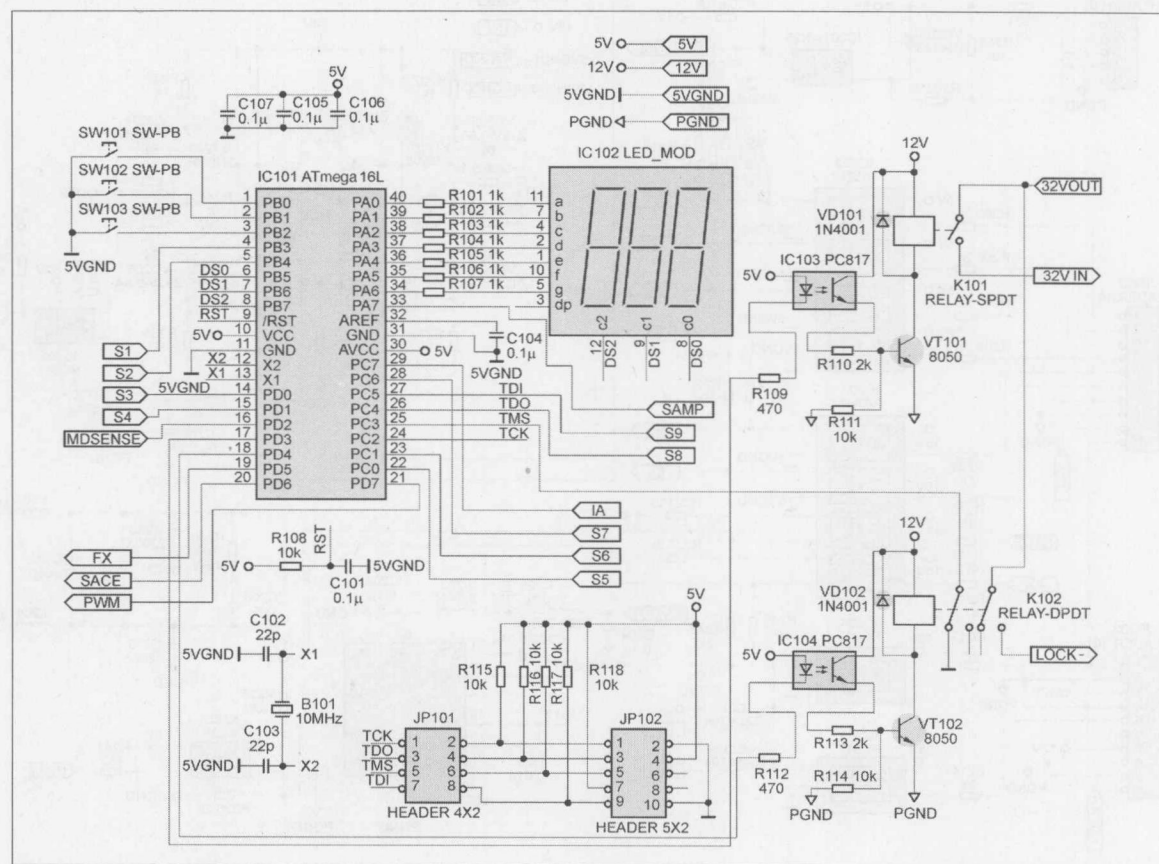
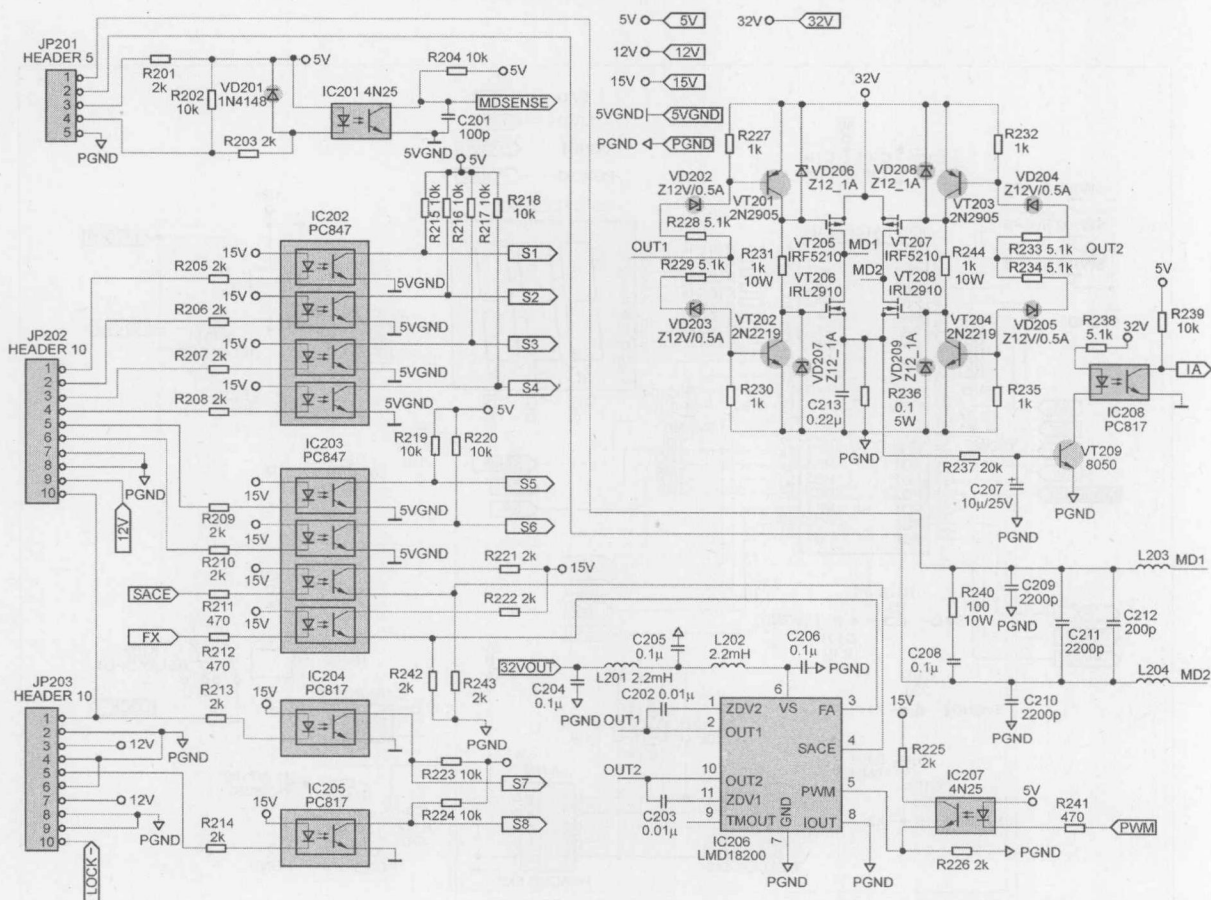


图1.7 cpu&relay子电路图

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 等 4 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。



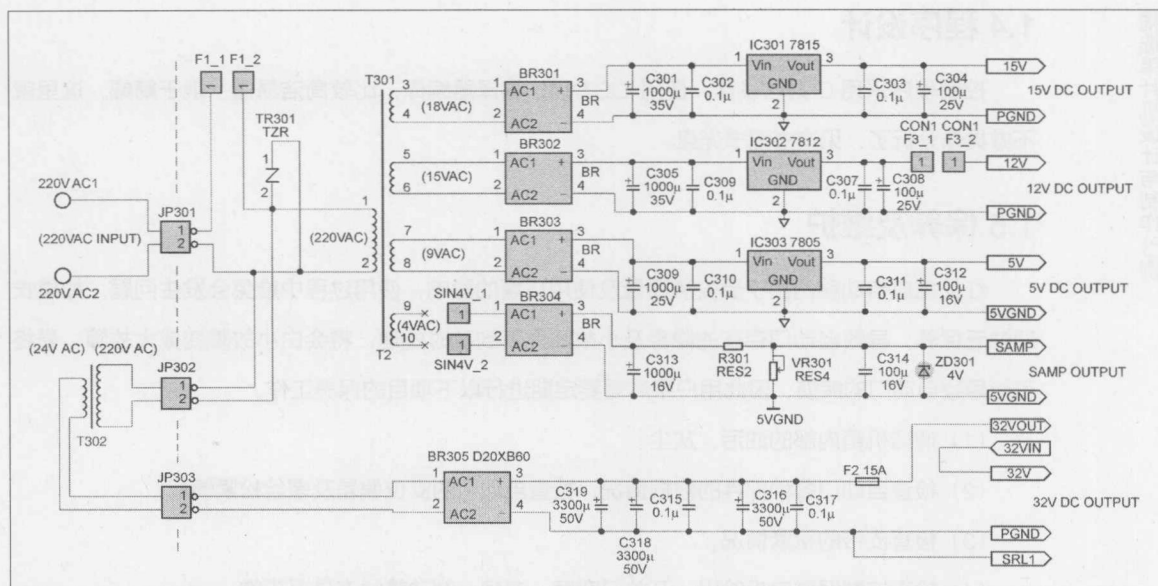


图1.9 power子电路图

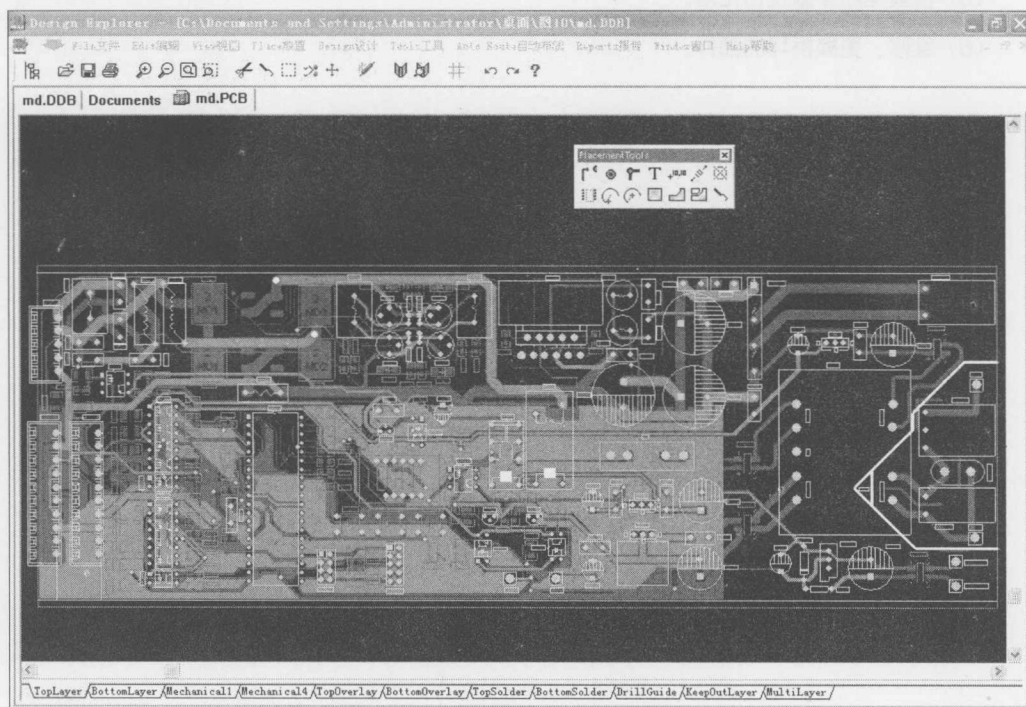


图1.10 红外感应自动移门控制器PCB

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, 见本书配书光盘。

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：刘毅男

2

基于8核微控制器Propeller开发板的手势识别系统设计

大家或许都对自己家中的多核处理器电脑习以为常了，广大消费者体验到了多核处理器不同于以往单核处理器的高速处理能力与优良性能。但是在单片机微控制器的市场上，很长时间以来都没有出现多核的处理器，可以说 Propeller 芯片是开了多核单片机微控制器的先河，但其开发板不太容易寻觅，笔者决定自己制作。经过几次试验，Propeller 开发板终于能够良好运转，我也切实亲身领略到了 8 核微控制器的独特魅力。

笔者非常喜欢电子制作，从上大学起，就对单片机及其外围电路设计情有独钟，由于在校学习的是测试与控制专业，通过课程学习了很多电子方面的知识，也有很多机会接触到了各种类型的单片机。从简单的 Atmel AT89S52，到 STC 系列、AVR 系列、凌阳单片机，再到更为高级的 ARM7、ARM9 以及更为专业的 DSP 处理器，笔者都有所学习，也或多或少进行了应用，制作了一些小系统，从中学习了知识，收获了快乐。

一次偶然的机会，笔者从网上看到了一款新式的单片机，顿时感觉眼前一亮，有一种打破传统、焕然一新的感觉，笔者立刻就喜欢上了它，这就是由美国 PARALLAX 公司设计的 Propeller 芯片，在它小小的一个芯片体内，含有 8 个核，每一个核称作一个 Cog，它们能够独立运行，可以并行处理。这大大不同于我们以往使用的单核单片机，在解决异步事件及多任务的精准处理上具有单核单片机无法比拟的先天优势。

由于这款单片机所具有的巨大吸引力，笔者迫不及待地想要得到一款它的开发板，但在网上苦苦搜寻数日，也未发现国内有人制作销售，其美国官方网站上的套件价格很高，并且在国内不易购买，最终笔者放弃了购买的念头。后来发现，这款芯片在国内还是有销售的，因此决定自己制作开发板，经过几次试验，笔者的 Propeller 开发板终于能够良好运转，也切切实实亲身领略到

了8核微控制器的独特魅力。

笔者发现在国内的网站、杂志等媒体上这款芯片的介绍很少，应用的人也不多，因此先来介绍一下这款芯片，再来看笔者制作的开发板。

2.1 Propeller 芯片简介

我们熟知的 Intel 和 AMD，它们的多核 CPU 产品这些年发展十分迅速，不断更新换代，使广大消费者体验到了多核处理器不同于以往单核处理器的高速处理能力与优良性能。但是在单片机微控制器的市场上，很长时间以来都没有出现多核的处理器，可以说 Propeller 芯片是开了多核单片机微控制器的先河。

20 世纪 90 年代，PARALLAX 公司的工程师就开始了 Propeller 芯片的构想与设计，经过多年研究，这一 8 核的单片机终于在 2006 年面世。Propeller 芯片的面世，立刻吸引了广大单片机爱好者的关注，它的应用经过广大爱好者不断扩充丰富，制作的产品也涉猎各个领域，其中许多都

让笔者感觉迫不及待想要拥有，但苦于这些作品几乎全都是外国爱好者的作品，要想直接得来实属不易，因此还是要自己研究、自己制作，也希望国内的单片机爱好者们多多开发自己的 Propeller 产品。说了这么多，还是赶紧来看看 Propeller 为什么会有如此大的魅力吧！

Propeller 芯片内含 8 个 32 位处理单元，每一个处理单元称为一个 Cog，它们通过总线可

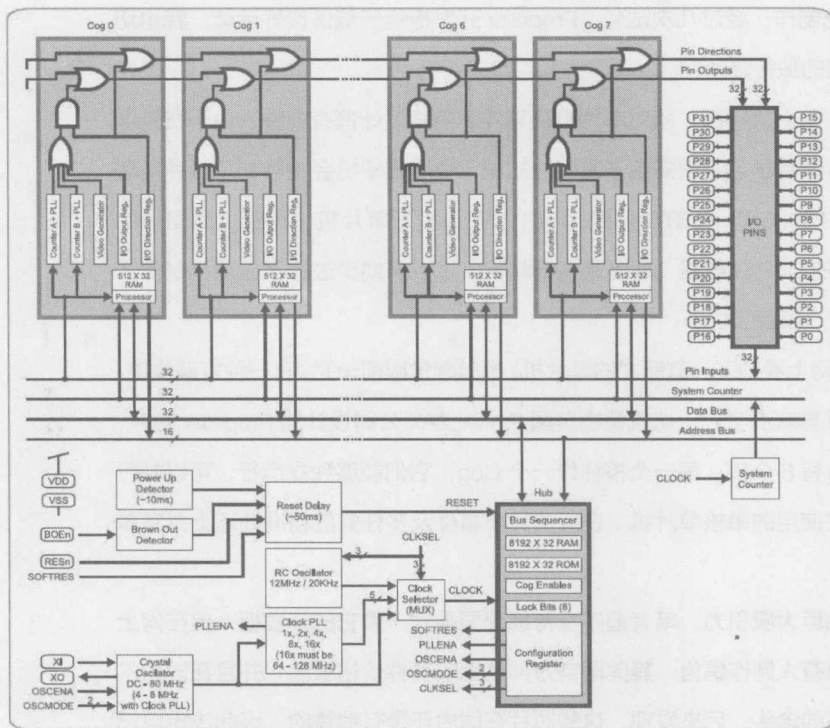


图2.1 Propeller芯片内部结构

以访问芯片的共享资源，内部结构如图 2.1 所示。芯片中的每一个 Cog 都包括用于存储程序和数据的 2KB RAM、两个计数器、视频发生硬件以及用于驱动外围 32 个独立 I/O 的 I/O 控制单元。每一个 Cog 都能够独立地驱动芯片的 32 个 I/O 管脚，不同的 Cog 也能够共享一个引脚的控制，这对于开发人员来说是十分便捷与灵活的。另一个便捷之处是，开发人员在程序开发过程中不必使用中断，如果程序中要使用中断，仅仅需要使用一个独立的核来操作就可以了。

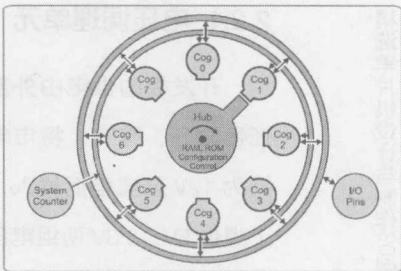


图 2.2 Hub 协调机制示意图

2KB 的存储空间看似小了一点，但是 8 个 Cog 总共有 16KB 的存储空间。除此之外，Propeller 还含有可供每个 Cog 访问的 32KB 共享 RAM，但每一单位时间只能允许一个 Cog 进行访问，由芯片内 Hub 来协调访问次序，Hub 以系统时钟速度的一半进行“旋转”，这也就是说，每个 Cog 每 16 个系统时钟周期都能够访问一次共享 RAM，如图 2.2 所示。

除了 32KB 的共享 RAM，Propeller 还配置了 32KB 的 ROM，ROM 中存储了许多有用的数据，包括用于视频发生的字符集、用于数学运算的数学用表（对数、反对数、三角函数等）、用于绘图显示的绘图数据，以及用于翻译高级编程语言——Spin 语言的程序解释器。

Spin 语言是 Propeller 程序设计的高级语言，非常高效。以笔者的使用经验来看，只要学习过 C 语言，掌握起来十分容易，很快就能上手进行程序设计，体验到 Spin 语言的独特魅力。Propeller 自身并不含有非易失的可读写存储器，因此需要外配 EEPROM 存储用户程序，Propeller 启动时会自动进行程序加载。

Propeller 外部时钟的输入范围是 4~8MHz，通过芯片内部倍频可以提供高达 80MHz 的系统时钟，每一个 Cog 可有 20MIPS 的处理能力，8 个 Cog 就可以产生高达 160MIPS 的处理能力，其性能不能不说是超强啊！

2.2 Propeller 开发板的设计与制作

在简要了解了 Propeller 微控制器之后，快来看看笔者制作的开发板吧。Propeller 芯片共有 3 种标准的封装形式，分别是 40 引脚的 DIP 封装、44 引脚的 LQFP 封装和 44 引脚的 QFN 封装，如图 2.3 所示。笔者制作的开发板选用的是 LQFP 封装的芯片，板上集成了以下几个单元：电压调理单元、处理器单元、通信单元、扩展接口等。下面就为大家分别进行讲述。