

综 合 设 计 报 告

单 位： 自 动 化 学 院

学生姓名：

专 业： 测控技术与仪器

班 级： 0820801

学 号：

指导老师：

成 绩：

设计时间： 2011 年 12 月

重庆邮电大学自动化学院制

一、题目

直流电机调速与控制系统设计。

二、技术要求

设计直流电机调速与控制系统，要求如下：

- 1、学习直流电机调速与控制的基本原理；
- 2、了解直流电机速度脉冲检测原理；
- 3、利用 51 单片机和合适的电机驱动芯片设计控制器及速度检测电路；
- 4、使用 C 语言编写控制程序，通过实时串口能够完成和上位机的通信；
- 5、选择合适控制平台，绘制系统的组建结构图，给出完整的设计流程图。
- 6、要求电机能实现正反转控制；
- 7、系统具有实时显示电机速度功能；
- 8、电机的设定速度由电位器输入；
- 9、电机的速度调节误差应在允许的误差范围内。

三、给定条件

- 1、《直流电机驱动原理》，《单片机原理及接口技术》等参考资料；
- 2、电阻、电容等各种分离元件、IC、直流电机、电源等；
- 3、STC12C5A60S2 单片机、LM298 以及 PC 机；

四、设计

1. 确定总体方案；
2. 画出系统结构图；
3. 选择以电机控制芯片和单片机及速度检测电路，设计硬件电路；
4. 设计串口及通信程序，完成和上位机的通信；
5. 画出程序流程图并编写调试代码，完成报告；

直流电机调速与控制

摘要：当今社会，电动机作为最主要的机电能量转换装置，其应用范围已遍及国民经济的各个领域和人们的日常生活。无论是在工农业生产，交通运输，国防，航空航天，医疗卫生，商务和办公设备中，还是在日常生活的家用电器和消费电子产品（如电冰箱，空调，DVD 等）中，都大量使用着各种各样的电动机。据资料显示，在所有动力资源中，百分之九十以上来自电动机。同样，我国生产的电能中有百分之六十是用于电动机的。电动机与人的生活息息相关，密不可分。电气时代，电动机的调速控制一般采用模拟法、PID 控制等，对电动机的简单控制应用比较多。简单控制是指对电动机进行启动，制动，正反转控制和顺序控制。这类控制可通过继电器，光耦、可编程控制器和开关元件来实现。还有一类控制叫复杂控制，是指对电动机的转速，转角，转矩，电压，电流，功率等物理量进行控制。

本电机控制系统基于 51 内核的单片机设计，采用 LM298 直流电机驱动器，利用 PWM 脉宽调制控制电机，并通过光耦管测速，经单片机 I/O 口定时采样，最后通过闭环反馈控制系统实现电机转速的精确控制，其中电机的设定速度由电位器经 A/D 通过输入，系统的状态显示与控制由上位机实现。经过设计和调试，本控制系统能实现电机转速较小误差的控制，系统具有上位机显示转速和控制电机开启、停止和正反转等功能。具有一定的实际应用意义。

关键字：直流电机、反馈控制、51 内核、PWM 脉宽调制、LM298

一、系统原理及功能概述

1、系统设计原理

本电机控制系统采用基于 51 内核的单片机设计，主要用于电机的测速与转速控制，硬件方面设计有可调电源模块，串口电路模块、电机测速模块、速度脉冲信号调理电路模块、直流电机驱动模块等电路；软件方面采用基于 C 语言的编程语言，能实现系统与上位机的通信，并实时显示电机的转速和控制电机的运行状态，如开启、停止、正反转等。

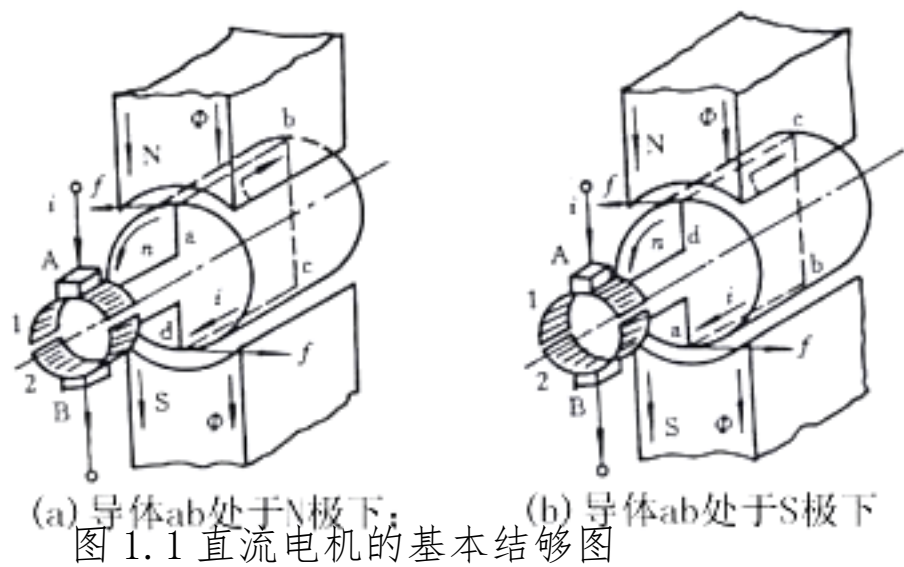
单片机选用了 51 升级系列的 STC12c5a60s2 作为主控制器，该芯片完全兼容之前较低版本的所有 51 指令，同时它还自带 2 路 PWM 控制器、2 个定时器、2 个串行口支持独立的波特率发生器、3 路可编程时钟输出、8 路 10 位 AD 转换器、一个 SPI 接口等，

能非常方便的满足本次电机控制的需求，其 PWM 端口用于输出一定频率且脉宽可调的 PWM 波用于控制电机转速，单片机自带的 A/D 端口作为设定速度的模拟信号输入口，定时器用于串口通信和速度的定时采样以及上位机的定时显示等。

系统的电机驱动单元选择了 LM298N 大功率驱动芯片，再利用 TLP521 光耦合器和整流二极管设计的驱动电路能实现电器隔离与控制，能提高控制效率和精度极大减少了扰动干扰，而且可以实现电机的正反装和刹车功能。

系统测速模块基于槽型光耦 GK105 设计，将电机的转速转换成不同频率的脉冲信号，在经过基于 LM324 的电压比较器和 74HC573 锁存器进行信号波形的整形，最后通过检测单片机的 I/O 口的脉冲实现速度的测量。

1. 1 直流电机基本工作原理



1. 2 直流电机调速原理

直流电机转速 n 的表达式为：

$$n = \frac{U - IR}{K\Phi} \tag{1 - 1}$$

式中:U- 电枢端电压； I- 电枢电流； R-电枢电路总电阻； Φ-每极磁通量； K-与电机结构有关的常数，因此直流电机转速n的控制方法有三种，主要以调压调速为主。

本控制器主要通过脉宽调制PWM来控制电动机电枢电压，实现调速。调脉宽的方式有三种: 定频调宽、定宽调频和调宽调频。本系统采用了定频调脉宽方式的PWM控制，因为采用这种方式，电动机在运转时比较稳定 并且在采用单片机产生PWM脉冲的软件实现上比较方便。

对直流电机转速的控制即可采用开环控制,也可采用闭环控制.与开环控制相比,速度控制闭环系统的机械特性有以下优越性：闭环系统的机械特性与开环系统机械特性相比,其性能大大提高;理想空载转速相同时,闭环系统的静差率(额定负载时电机转速降落与理想空载转速之比)要小得多;当要求的静差率相同时，闭环调速系统的调速范围可以大大提高。直

流电机的速度控制方案如图 1 所示。

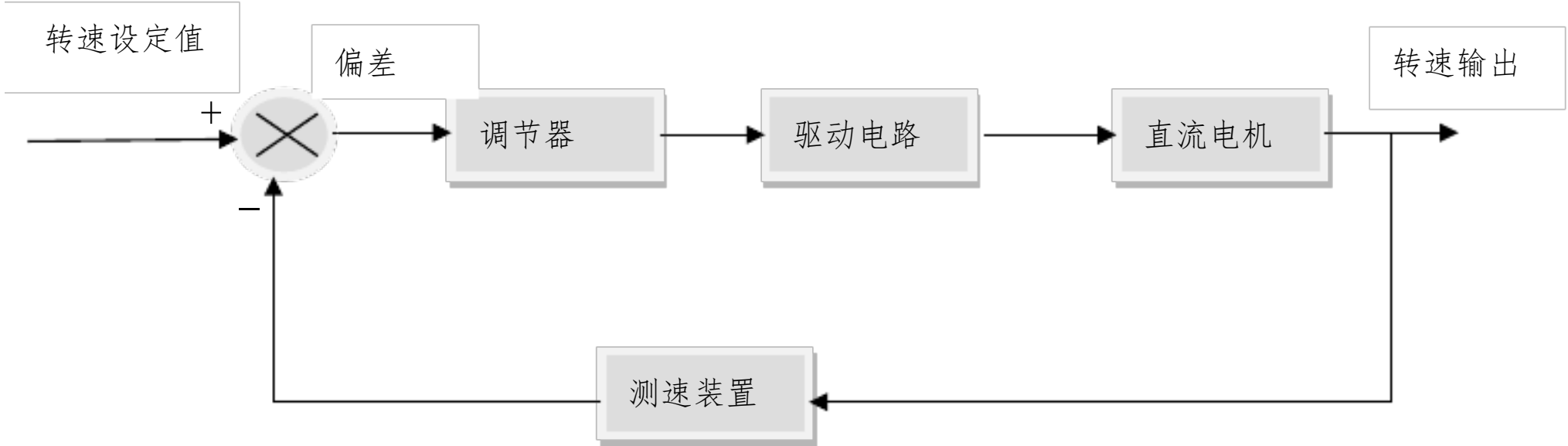


图 1 直流电机速度闭环控制方案

二、 系统硬件设计

1. 系统总体设计框图

本系统采用STC12C5A60S为控制核心，用上位机显示设定转速和测量转速以及控制电机。采用LM298驱动芯片作为本系统的驱动电路和用槽型光耦GK105作为该系统的测量电路。框图如2所示。

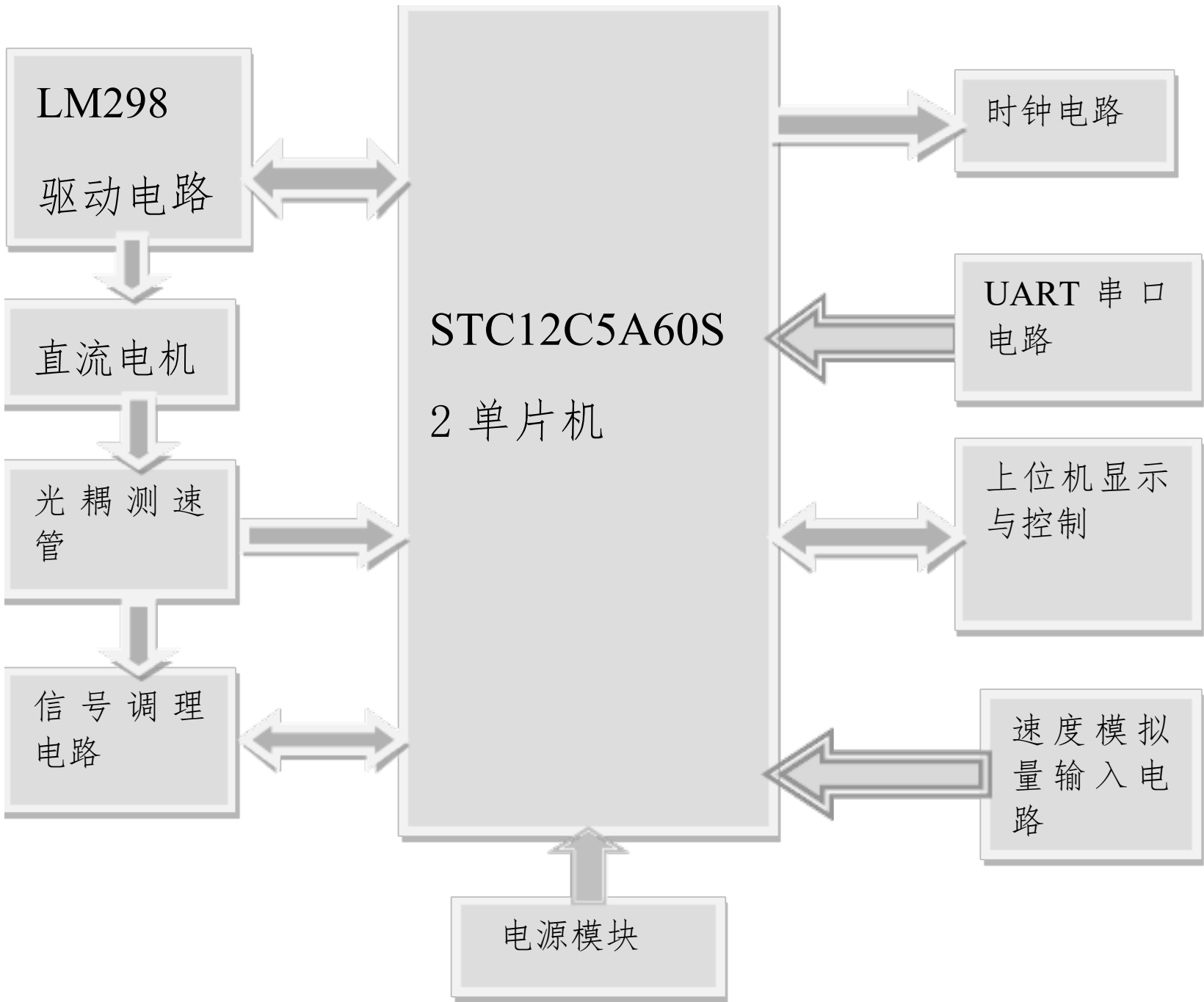


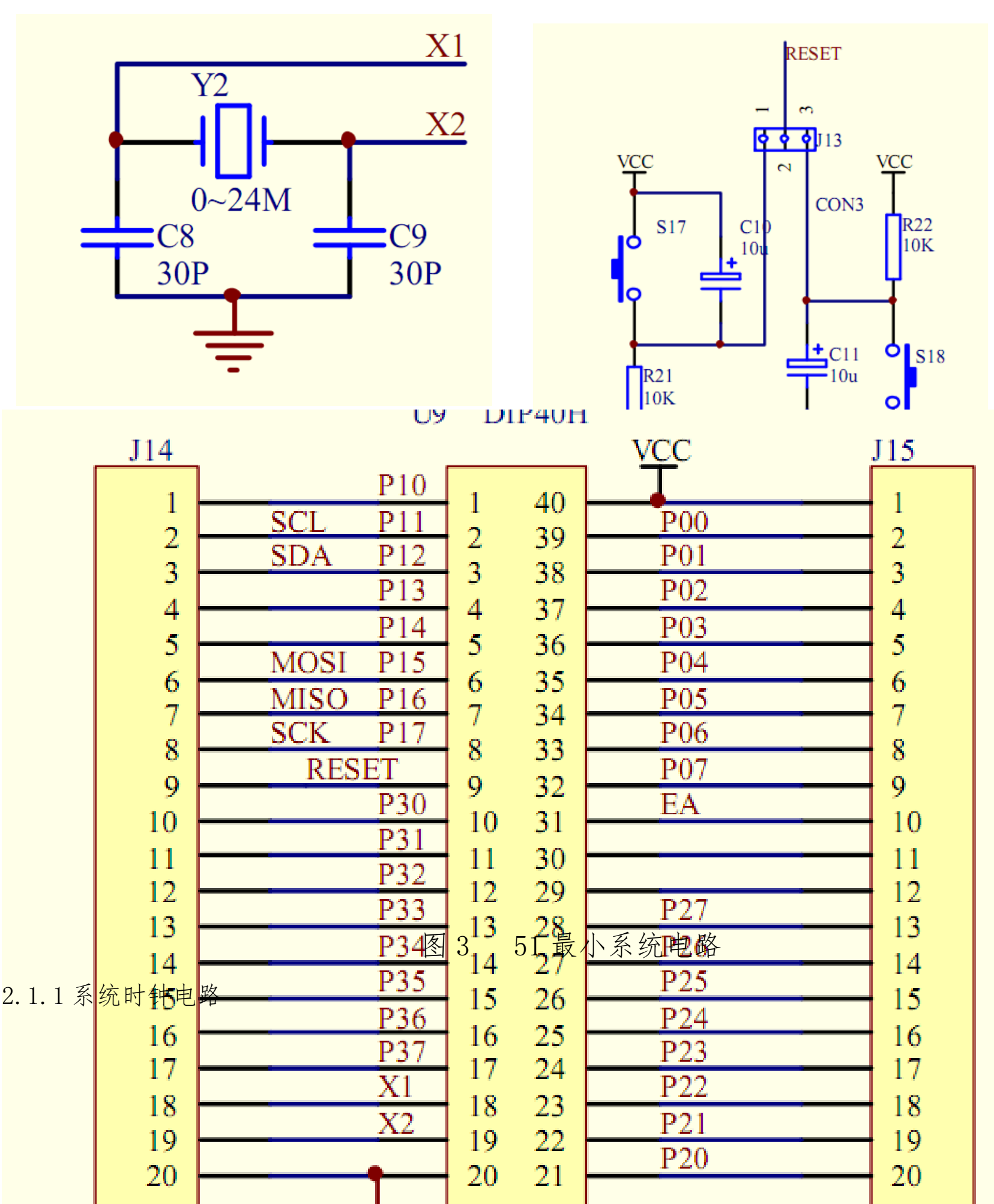
图 2 直流电机控制系统总体框图

2. 模块电路及功能介绍

2.1单片机最小系统电路

单片机主要擅长系统控制，而不适合做复杂的数据处理，在设计单片机最小系统时我们选用STC12C5A60S2 DIP-40封装的单片机作为MCU STC12C5A60S2芯片是有宏晶科技生产的单时钟./机器周期（1T）的单片机，具有64K的用户程序存储空间及 1280 字节的RAM 完全兼容之前较低版本的所有 51指令，但速度快5—8倍，内部集成有 MAX80专用复位电路、同时它还自带2路PWM控制器、2个定时器、2个串行口支持独立的波特率发生器、3路可编程时钟输出、8路高速10位AD转换器、一个SPI接口等，应用于电机控制等强干扰场合。

本系统的单片机最小系统由时钟电路、复位电路、电源电路、外围总线接口等部分组成。图 3 为单片机最小系统结构框图。



2.1.1 系统时钟电路

单片机内部具有一个高增益反相放大器，用于构成振荡器。通常在引脚 XTAL和 XTAL2 跨接石英晶体和两个补偿电容构成自激振荡器，系统时钟电路结构如图 6 所示，可以根据情况选择 6MHz 8MHz或 12MHz等频率的石英晶体，本系统采用 12MHz的晶振。补偿电容通常选择 20-30pF 左右的瓷片电容。

2.1.2 复位电路

单片机小系统采用上电自动复位和手动按键复位两种方式实现系统的复位操作。上电复位要求接通电源后，自动实现复位操作。手动复位要求在电源接通的条件下，在单片机运行期间，用按钮开关操作使单片机复位。复位电路结构如图 6 所示。上电自动复位通过电容充电来实现。手动按键复位是通过按键将电阻与 VCC接通来实现。

2.2 电机驱动模块

直流电机驱动采用常用的 H桥电路，通过控制信号选通对管与否实现电机的正反转，并改变所加电压的占空比来改变电机转速。如图 4 所示，这里采用电机驱动专用芯片 L298N 该芯片可驱动两路 5 - 36V的直流电机或者一路四拍的步进电机。同时在 L298N与主控芯片间通过四路光耦 TLP521- 4 隔离消除干扰信号。在 STC12C5A60S2上配置好串口、PWM实现串口接收的数据直接赋值给 PWM定时器 CCAP1L CCAP1H利用串口调试助手发送控制信息给 STC12C5A60S2同时辅助外界 6V电源更改 L298N的 IN1 和 IN2 共同完成 L298N电机驱动模块的调试。

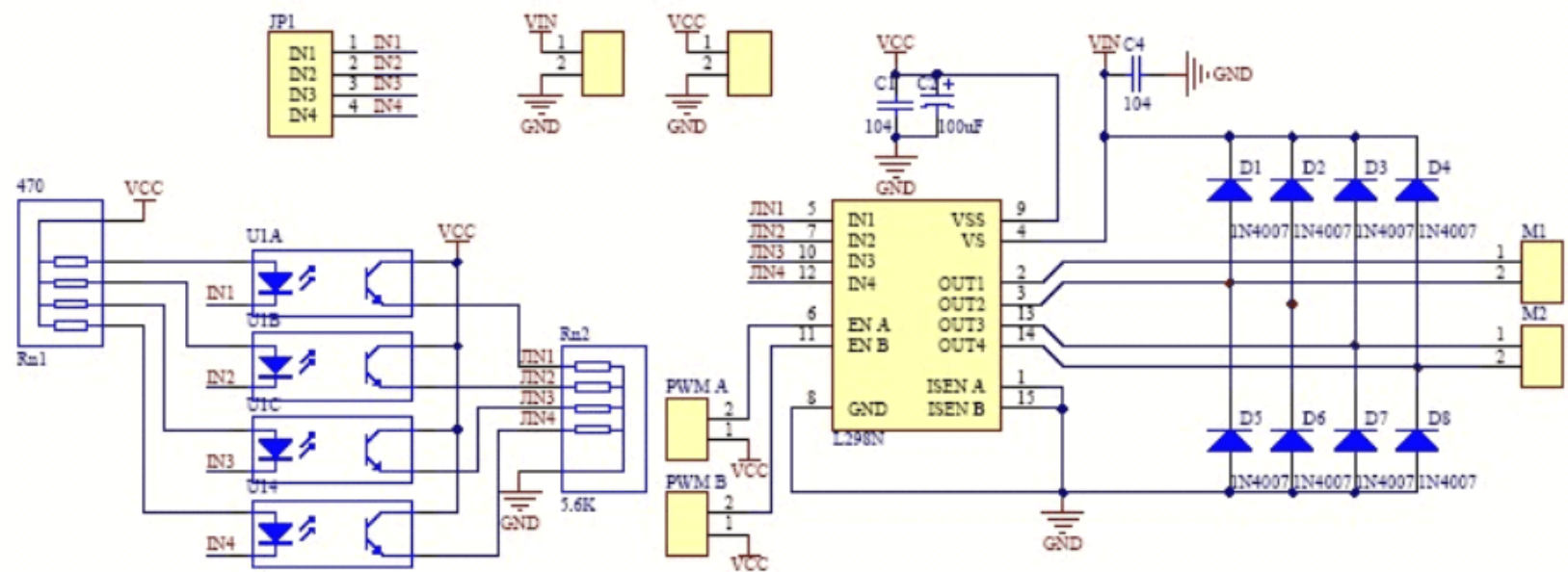
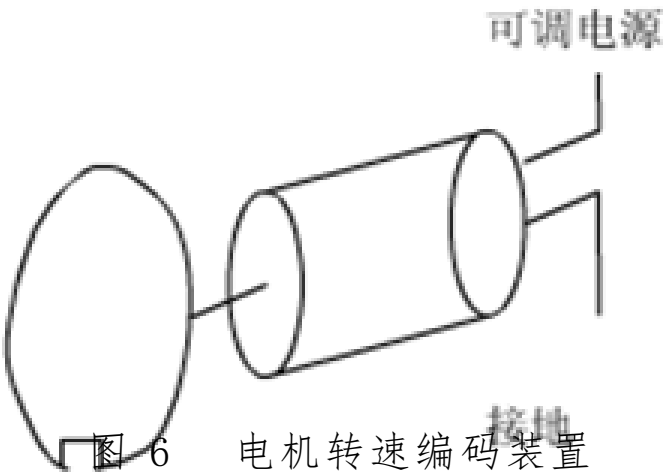
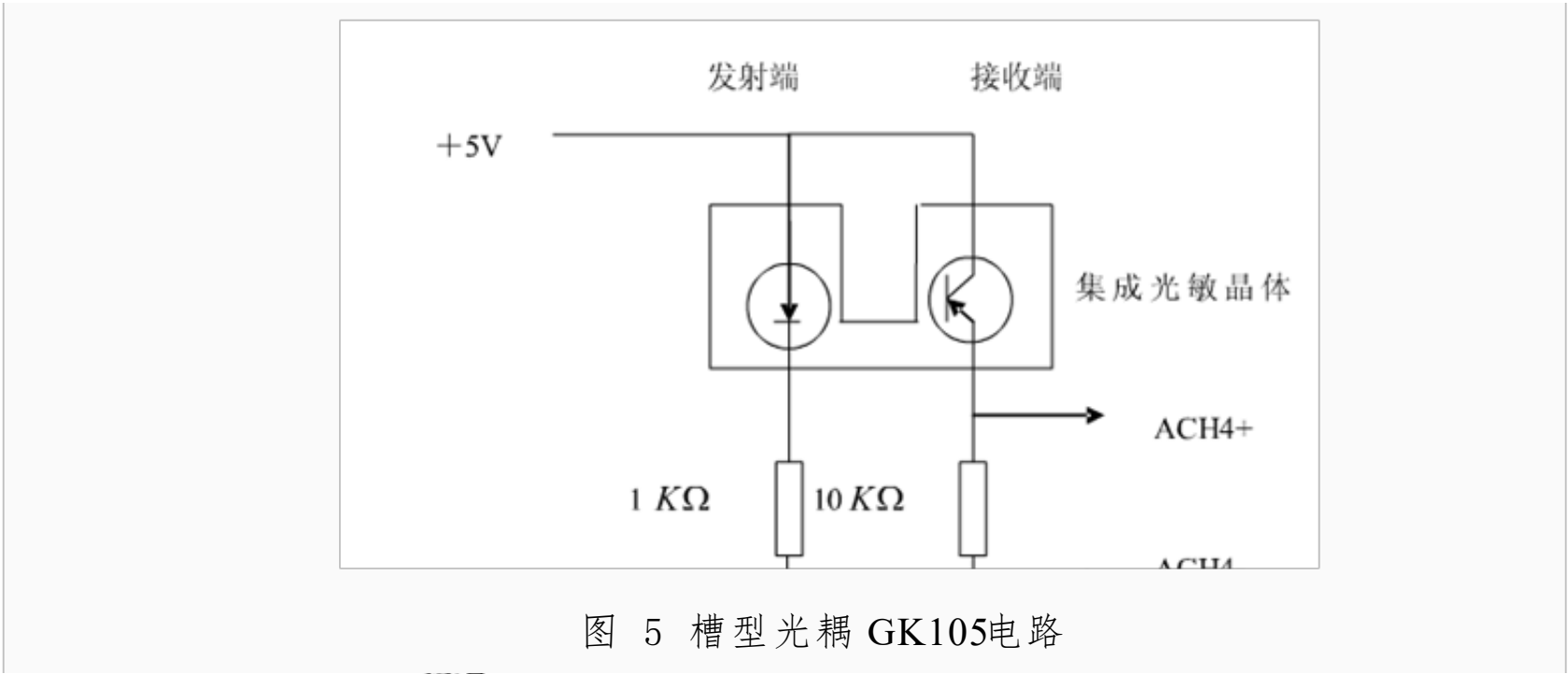


图 4 LM298N 电机驱动电路

2.3 直流电机测速电路

2.3.1 槽型光耦 GK105 测速电路



如图 5 和图 6 所示，光电对管采用槽型光耦 **GK105**电路由一只特殊的发光二极管和光电三极管构成，当二极管发出的光打在光电三极管的基极 **B** 上时三极管 **CE** 导通。而正常情况下二极管的光不能到达光电管的基极上，故通过装在电机转轴上得圆形编码片即可实现对小车的测速。假设编码片儿有 **n** 片个缺口，测得光电三极管的输出脉冲频率为 **f**，则车速= f/n 。

由图 7 可知,电机每转一圈，槽型光耦产生 4 个脉冲,因此可以利用槽型光耦传感器信号得到电机的实际转速。为尽可能缩短一次速度采样的时间,则电机的实际转速为:

$$V=(N/4)*60;$$

V:速度 R/min

N:每秒采样的脉冲个数

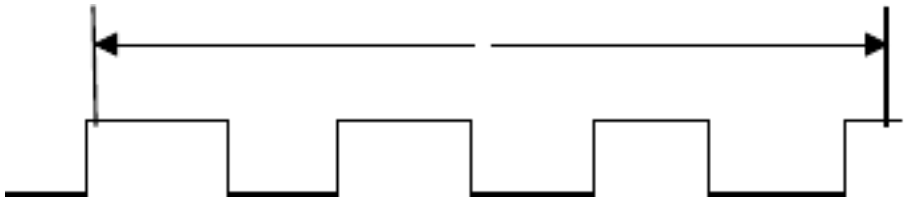


图 7 电机转 1 圈 **GK105**光耦管信号

2. 3. 2速度脉冲信号调理电路

给电机加电让其带动编码盘旋转，将光电对管靠近编码盘，用示波器观测输出脉冲信号的有无与好坏。信号调理电路主要利用 **LM324**运算放大器设计的比较器，如图 8 所示，调节比较器偏置电压使脉冲最接近于方波且幅度大于 **3.3V**。为了提高测速的精度，在信号后级添加比较器调理信号为标准的方波，调节比较器运放的偏置电压使方波信号最适合于测速。

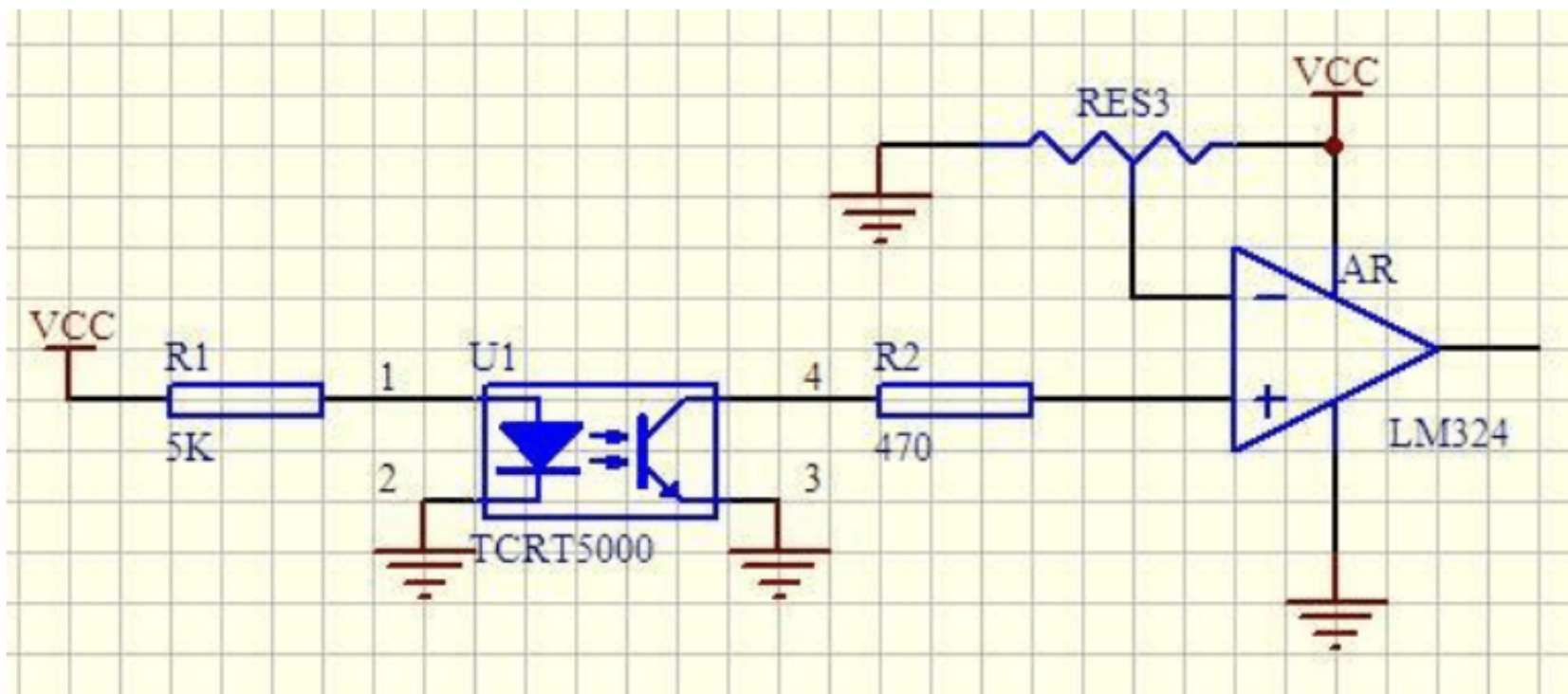


图 8 基于LM324的信号调理电路

2.4串口电路设计

MAX232芯片是美信公司专门为电脑的 RS-232 标准串口设计的接口电路,使用+5V 单电源供电。其内部结构基本可分三个部分:第一部分是电荷泵电路,由 1、2、3、4、5、6 脚和 4 只电容构成。功能是产生+12V和-12V 两个电源,提供给 RS-232 串口电平的需要。第二部分是数据转换通道,由 7、8、9、10、11、12、13、14 脚构成两个数据通道。其中 13 脚 (R1IN)、12 脚 (R1OUT)、11 脚 (T1IN)、14 脚 (T1OUT) 为第一数据通道。8 脚 (R2IN)、9 脚 (R2OUT)、10 脚 (T2IN)、7 脚 (T2OUT) 为第二数据通道。TTL/CMOS数据从 T1IN、T2IN 输入转换成 RS-232 数据从 T1OUT、T2OUT 送到电脑 DB9 插头;DB9 插头的 RS-232 数据从 R1IN、R2IN 输入转换成 TTL/CMOS 数据后从 R1OUT、R2OUT 输出。第三部分是供电,15 脚 GND、16 脚 VCC(+5V)。电路如图 9 所示。

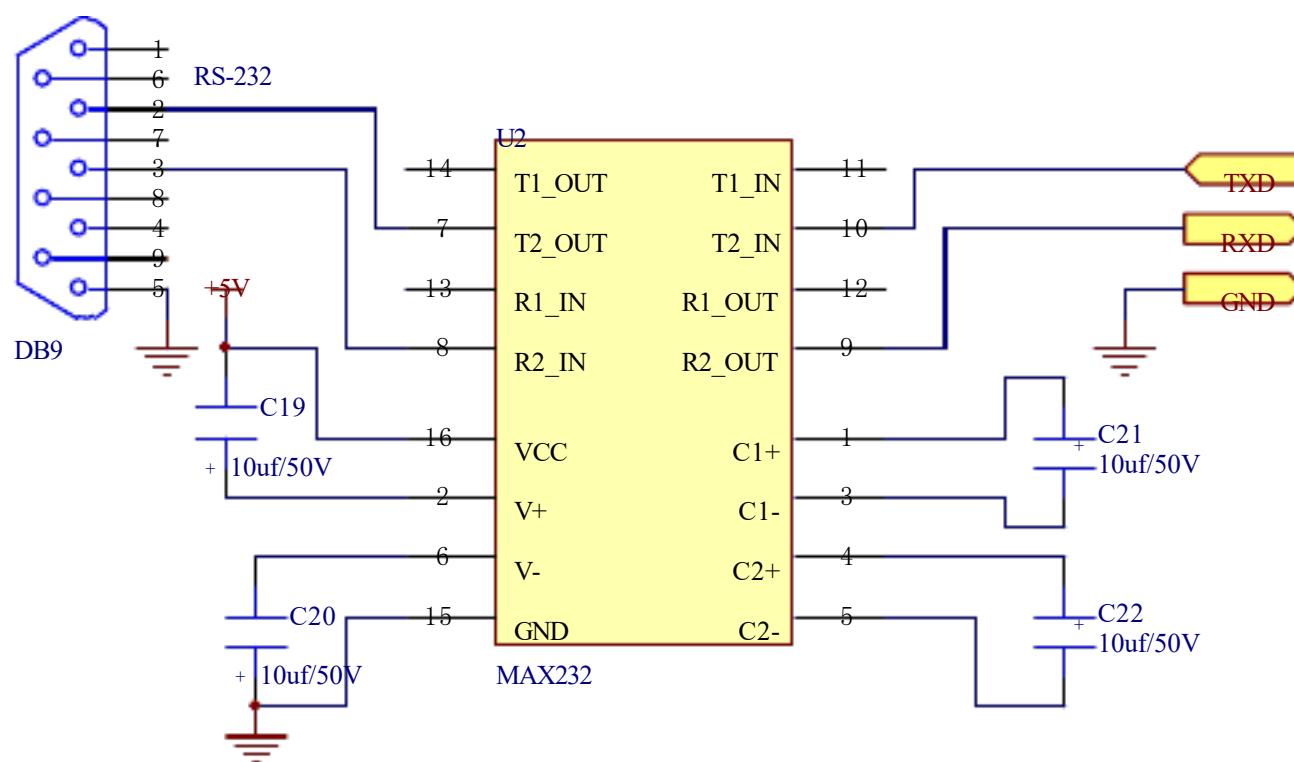


图 9 串口电路图

本系统要求有 5V 和 6—7V 的电源输入，因此我们选用了 LM317 作为电源芯片。LM317 作为输出电压可变的集成三端稳压块，是一种使用方便、应用广泛的集成稳压块。其应用电路如图 10 所示。图 11 为电源滤波电路。

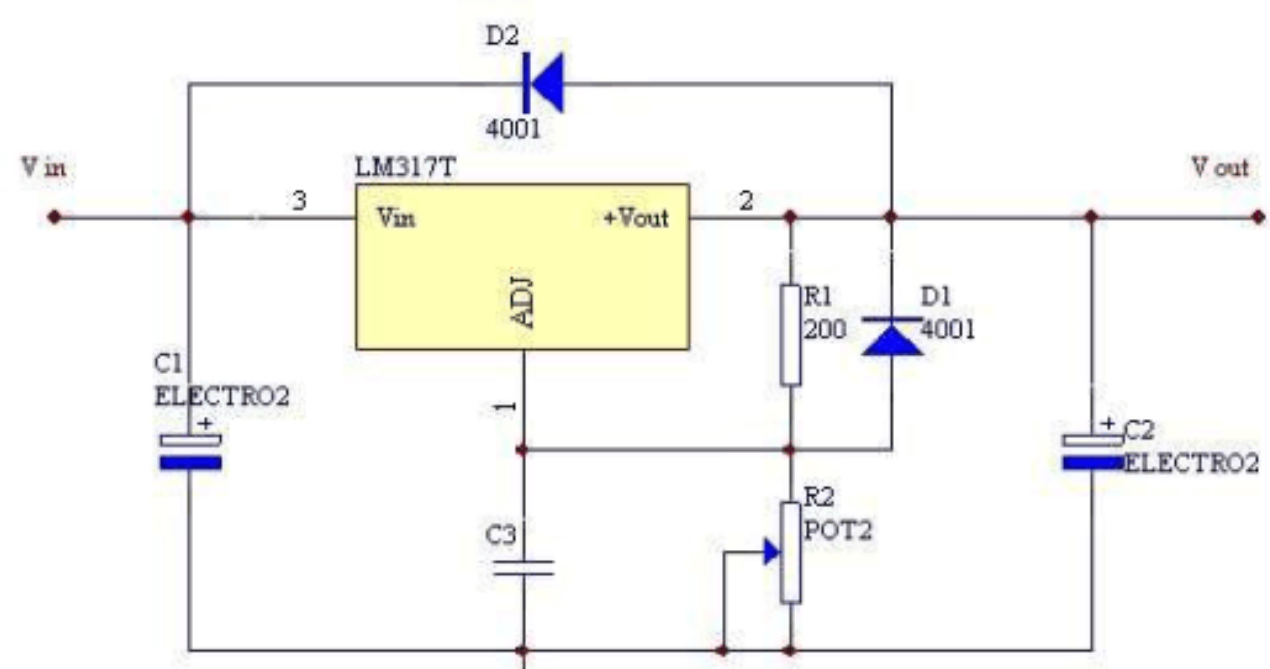


图 10 3.3V 稳压电路

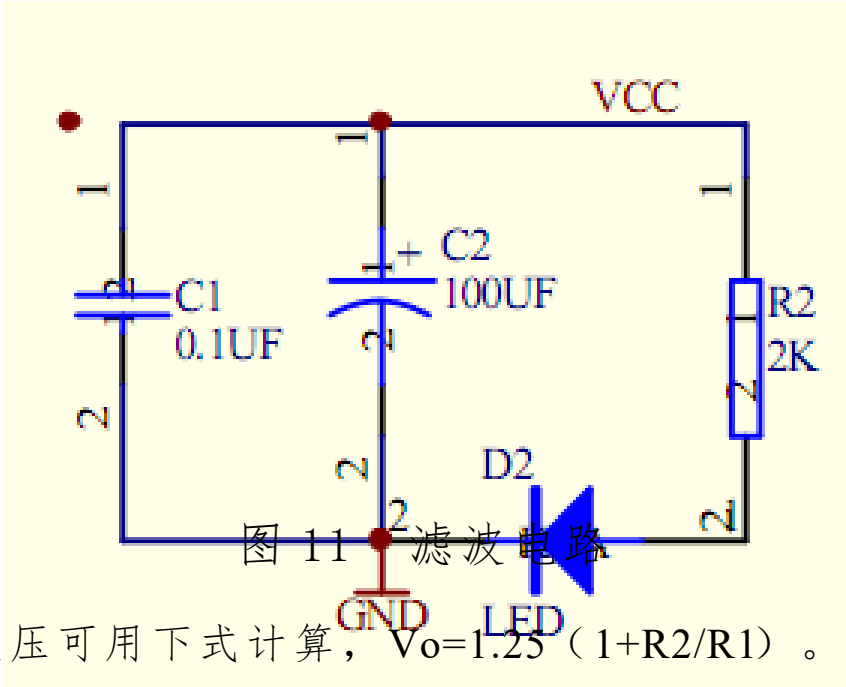
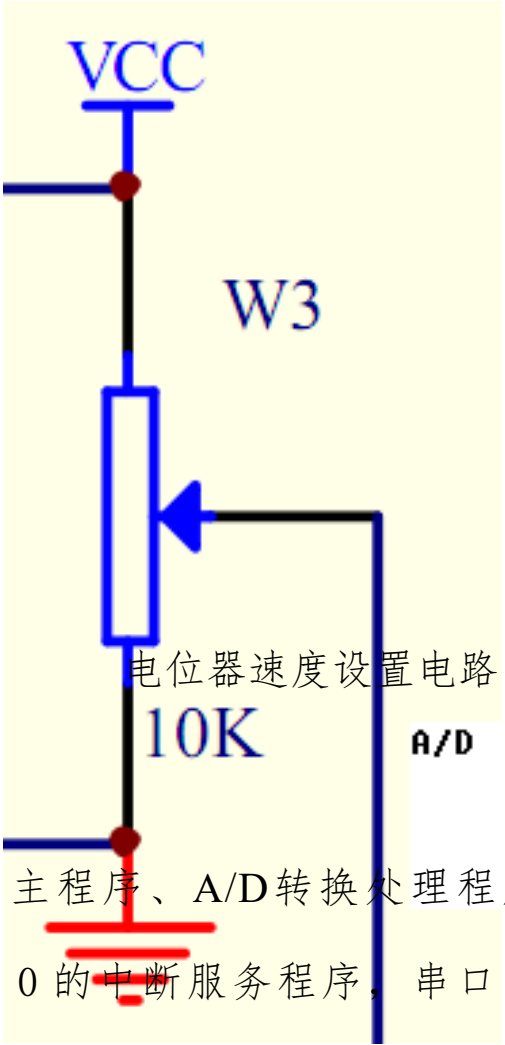


图 11 滤波电路

稳压电源的输出电压可用下式计算， $V_o = 1.25 (1 + R2/R1)$ 。本系统中取 $R1$ 为 240n, $R2$ 取 5K 的可调电位器。通过调节 $R2$ 的阻值大小，进而可以改变输出电压的大小，实现电压可调，其可调范围是 $V_o = 1.25V - 37V$ 。在应用中，为了电路的稳定工作，在一般情况下，还需要接二极管作为保护电路，防止电路中的电容放电时的高压把 317 烧坏。

2.6 电机设定速度输入电路

本系统采用了简单的电位器通过电位器将 5V 电源信号分压在经过单片机的 A/D 端口输入到 CPU 处理，实现电机速度手动的可调，其电路如图 12 所示。



三、 系统软件设计

本程序主要分为 6 大块，主程序、A/D 转换处理程序、PWM 输出程序、串口显示与电机状态控制程序、定时器 0 的中断服务程序，串口中断服务程序。主程序主要做了系统初始化，定时器 0 的初始化和主循环等。配置 STC12C5A60S2 定时器 0 为定时器方式 2、50ms 计数器中断，累计 20 次定时器 0 中断为 1 秒，此时 TL1 即光电对管输入的脉冲频率，同时在此一秒内触发 AD 采集一次电源电压 Voltage 送入内存并通过运算转换成设定的速度值。PC 终端的显示也是没隔一秒刷新一次。

配置 STC12C5A60S2 串行口 1 为方式 2、独立波特率发生器 9600、允许接收中断。当串口 1 接收到 PC 机数据转入中断处理程序，检测接收到的数据以此来区分数据是属于哪种控制信号。

配置 STC12C5A60S2 脉宽调制 PWM 为 8 位、无中断。主程序中循环执行 Pwm() 函数实时更改 PWM 定时器 CCAP1LCCAP1 的值，实现对电机转速的控制。

1. 主程序

主程序主要功能为系统初始化，定时器 0 的初始化和主循环等。流程图如图 3 所示

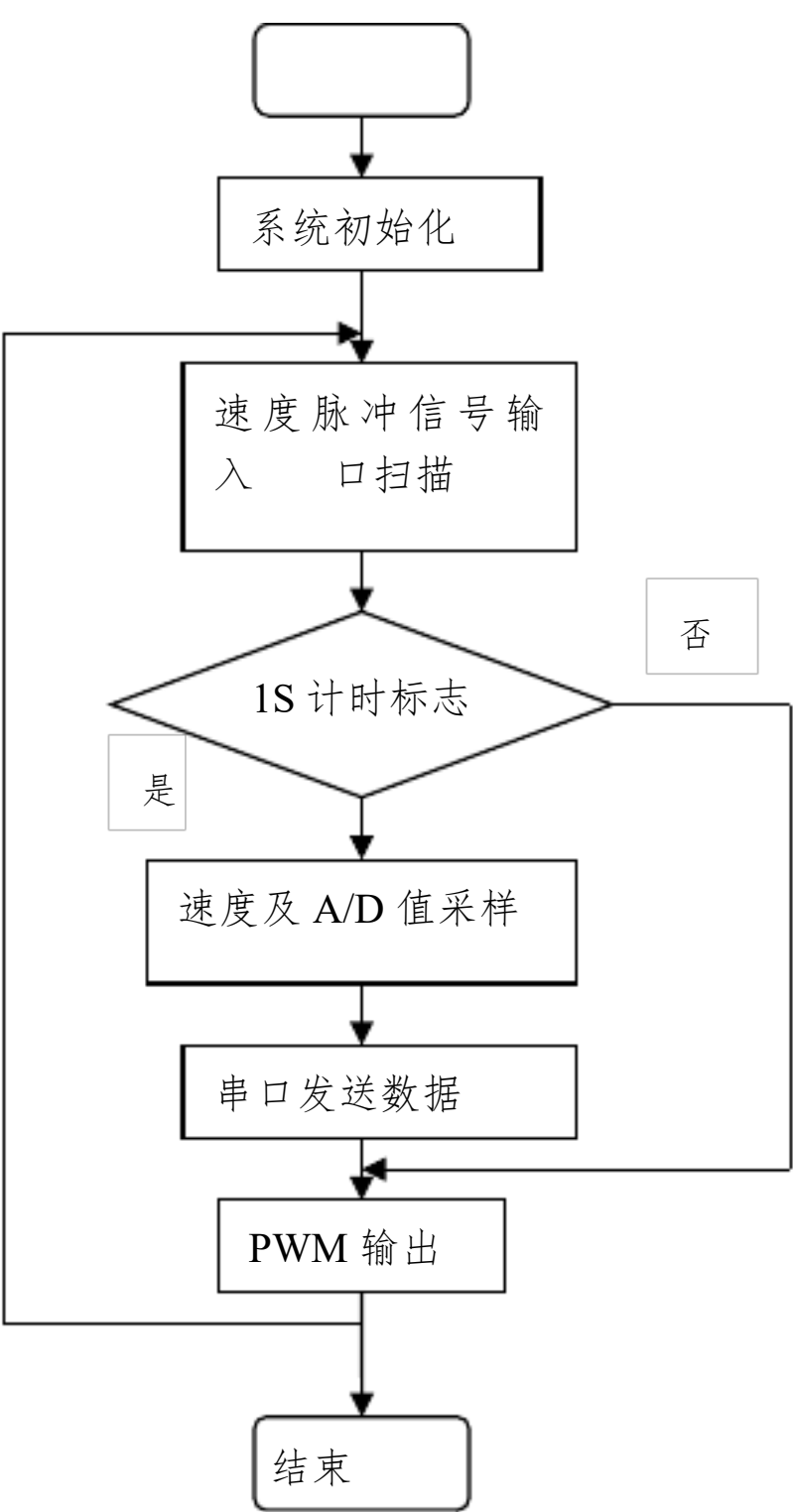


图 13 系统主程序流程图

2. 串口中断发送程序

本系统的串口通信指的是单片机与上位机（PC机）之间的串口通信，该通信主要用于测速模块的调试以及在测量转速时，单片机能从上位机（PC机）接收数据或者能将数据发回给上位机（PC机），以便观察电机转动情况，或者获得我们所需要的数据。

如图 14 所示，在本设计中，采用的是 STC12C5A60S2 芯片的串口 UART0 来与 PC 机进行串口通信。在串口 UART0 的配置中，定时/计数采用方式 2 是将两个 8 位计数器 TH1 和 TL1 分成独立的两个部分，组成一个 8 位可自动再装入的定时器/计数器，由 TL1 作为 8 位计数器，TH1 作为计数初值寄存器，设置初值时同时送 TH1 和 TL1，当 TL1 计数满回 0 产生溢出，不仅置位 TF1，而且控制 TH1 中的初值重新装入 TL1，继续下一轮计数，此信号送串行通信系统，以设置串行通信波特率，波特率设置公式如

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/958100045114007011>