

doi: 10.7690/bgzdh.2013.02.025

# 基于 AT89S52 的帆板控制系统

乔之勇, 王荣海

(绵阳职业技术学院信息工程系, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为使帆板转角  $\theta$  能够随风速变化而改变, 且快速达到设定角度并稳定下来的要求, 设计基于 AT89S52 的帆板控制系统。系统以 AT89S52 单片机为控制核心, 通过键盘设定帆板角度, LED12864 实时显示角度。单片机输出脉宽调制波 (pulse-width modulation, PWM) 控制风扇的风速, 通过倾角传感器 WDD35D4 测量帆板的倾角反馈至单片机, 采用 PID 控制经典算法, 实现对帆板角度精确控制, 在达到设定范围时进行声光报警提示。测试结果表明: 在间距一定时, 5 s 内, 帆板角度达到设定值, 且最终绝对值误差不超过  $5^\circ$ 。

**关键词:** AT89S52; 角度控制; WDD35D4; PWM 调速; PID 算法

**中图分类号:** TP273 **文献标志码:** A

## Sailboard Control System Based on AT89S52

Qiao Zhiyong, Wang Ronghai

(Department of Information Engineering, Mianyang Vocational Technology College, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** For controlling the sailboard angle  $\theta$  to change with the wind speed changing, and quickly reach the set angle and keep stability, design based on AT89S52 sailboard control system. The system takes AT89S52 MCU as the control core, use the keyboard to set the panel angle, and adopts LED12864 to display the angle in real-time. The MCU outputs pulse width modulation (PWM) wave to control the fan speed. Use inclination angle sensor WDD35D4 to measure sailboard inclination angle and feedback to microcontroller. Use PID control algorithm to realize precise control of sailboard angle. On reaching the set range, system will alarm by sound and light. The test results show that, in a certain distance, the sailboard angle will reach the set value less than 5 seconds, and the absolute error is less than  $5^\circ$ .

**Key words:** AT89S52; angle control; WDD35D4; PWM debugging velocity; PID algorithm

## 0 引言

帆板角度控制系统广泛应用于风力发电、太阳能发电及航空航天等领域, 好的帆板控制系统可较大提高能源的利用率及整个系统的稳定性。随着控制技术、制造技术等不断发展, 帆板控制系统正向数字化、智能化、高性能的方向发展。笔者利用 AT89S52 单片机设计一帆板角度控制系统, 在数字化程度、控制精度、控制时间等方面进行全面设计。

## 1 系统电路设计

### 1.1 系统概述

笔者设计并制作一个帆板控制系统, 通过对风扇转速的控制, 调节风力大小, 改变帆板转角  $\theta$ , 如图 1 所示。具体要求包括:

- 1) 用手转动帆板时, 能数字显示帆板的转角  $\theta$ 。显示范围为  $0^\circ \sim 60^\circ$ , 分辨率为  $2^\circ$ , 绝对误差  $\leq 5^\circ$ 。
- 2) 当间距  $d=10$  cm 时, 通过操作键盘控制风力大小, 使帆板转角  $\theta$  能够在  $0^\circ \sim 60^\circ$  范围内变化, 并要求实时显示  $\theta$ 。
- 3) 当间距  $d=10$  cm 时, 通过操作键盘控制风力

大小, 使帆板转角  $\theta$  稳定在  $45^\circ \pm 5^\circ$  范围内。要求控制过程在 10 s 内完成, 实时显示  $\theta$ , 并由声光提示, 以便进行测试。

4) 当间距  $d=10$  cm 时, 通过键盘设定帆板转角, 其范围为  $0^\circ \sim 60^\circ$ 。要求  $\theta$  在 5 s 内达到设定值, 并实时显示  $\theta$ 。最大误差的绝对值不超过  $5^\circ$ 。

5) 间距  $d$  在 7~15 cm 范围内任意选择, 通过键盘设定帆板转角, 范围为  $0^\circ \sim 60^\circ$ 。要求  $\theta$  在 5 s 内达到设定值, 并实时显示  $\theta$ 。最大误差的绝对值不超过  $5^\circ$ 。

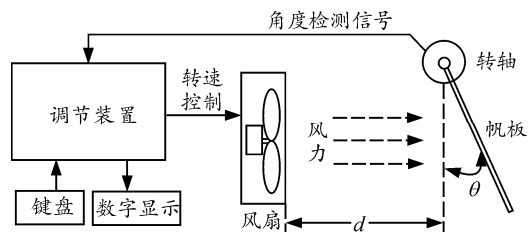


图 1 帆板控制系统示意图

### 1.2 系统电路总体方案<sup>[1]</sup>

根据要求, 系统由显示模块、键盘模块、声光报警模块、风扇驱动模块和信号检测等模块组成,

收稿日期: 2012-08-27; 修回日期: 2012-09-23

作者简介: 乔之勇(1978—), 男, 四川人, 工学硕士, 讲师, 从事电力电子变频技术研究。

总体方案设计如图 2, 其中单片机选择 Atmel 公司的 AT89S52, 采用 LCD12864 进行显示, 角度测量选用 WDD35D4 角度传感器及 AD0804 模数转换芯片, 选择普通电脑的 CPU 风扇并调节直流电压占空比来改变风速, 以达到调节帆板角度的目的。

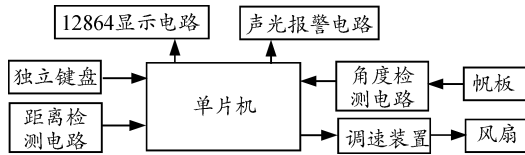


图 2 系统总体方案设计

系统电路包括单片机最小系统、显示电路、角度检测电路、声光报警电路和电机驱动电路等。

### 1.3 角度检测电路

角度检测电路将角位移传感器 WDD35 D4 的角度机械位移量转换成电信号, 通过电刷在电阻基体上的位移来测量不同的阻值。传感器滑轨连接稳态直流电压, 允许流过微安培的小电流, 电刷和输出端之间的电压, 与电刷在电阻基体上滑过的角度成正比。然后再将测得阻值电信号通过模数转换芯片 AD0804 转换为数字信号传递给单片机进行调速控制。其电路图如图 3 所示。

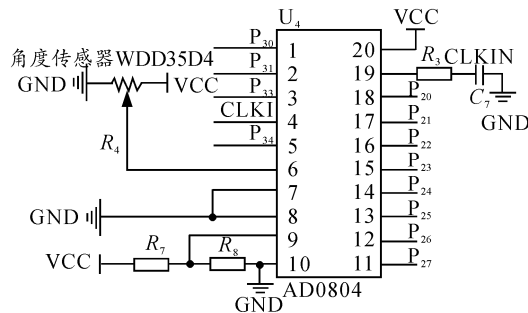


图 3 角度检测电路

### 1.4 风扇驱动电路<sup>[2]</sup>

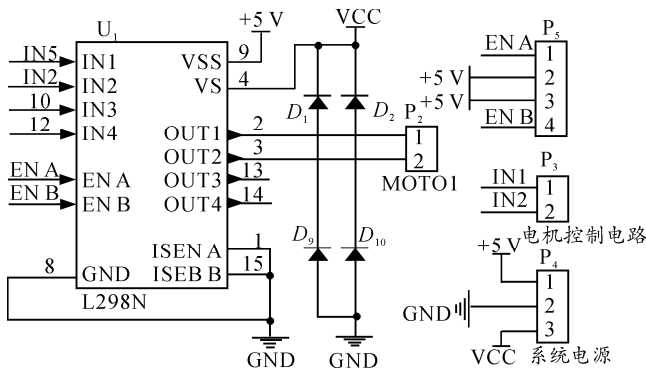


图 4 风扇驱动电路

采用单片机产生 PWM 波, 采用 LM298 驱动电路实现调速控制。LM298N 采用单片集成塑装, 是

一个高电压、大电流全双桥驱动器, 由标准的 TTL 电平控制; 支持 50 V 以内的电机控制电压, 在直流运转条件下, 可以通过高达 2 A 的电流, 因此它满足了一般小型电机的控制要求, 如图 4, PWM 控制信号由 IN1、IN2 输入。如果 IN1 为高电平, IN2 为低电平时电机为正向转速, 反之 IN1 为低电平, IN2 为高电平时, 电机为反向转速。笔者将 IN2 直接接地, 即采用单向制动的方式。

## 2 系统理论分析与计算

### 2.1 风扇调试原理

单片机控制的小型直流电机一般采用脉宽调制 (pulse-width modulation, PWM) 脉冲调制方式实现速度的控制, 即直流电源电压基本不变的情况下通过电子开关的通断, 改变施加到电机电枢端得直流电压脉冲宽度(即所谓的占空比), 以调节输入电机电枢的电压平均值的调速方式。设电机始终接通电源时, 电机转速最大为  $V_{max}$ , 电机两端电压占空比为  $D=t_1/T$ (其中,  $t_1$  为单周期内高电平时间,  $T$  为 PWM 波周期时间),  $V_d$  为电机的平均速度, 则有:

$$V_d = D \times V_{max} \tag{1}$$

由此可见, 当占空比  $D$  改变时, 就可以得到不同的电机平均速度  $V_d$ 。

### 2.2 角度测量原理<sup>[3]</sup>

WDD35D4 角位移传感器的功能在于把角度机械位移量转换成电信号。为了达到这一效果, 通常将可变电阻基体定置在传感器的固定部位, 通过电刷在电阻基体上的位移来测量不同的阻值。传感器滑轨连接稳态直流电压, 允许流过微安培的小电流, 电刷和输出端之间的电压, 与电刷在电阻基体上滑过的角度成正比。这样就可以算出角度与阻值的对应关系, 通过 AD0804 模数转换进行角度转换, 然后传递给控制器, AD0804 为 8 位数据转换芯片, 故系统最小精度可以达到  $1.4^\circ$ , 符合设计要求。

### 2.3 PID 控制算法<sup>[4]</sup>

PID 控制是最早发展起来的控制策略之一, 由于其算法简单、易于实现、鲁棒性好和可靠性高等特点, 使之成为迄今为止最通用的控制方法, 已经在模拟逆变电源控制系统中得到很好的应用。

它将偏差量的比例环节、积分环节、微分环节通过线性组合构成控制量, 对被控对象进行控制。

其控制规律为

$$u(t) = k_p [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt}] = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2)$$

其中： $k_p$  为比例系数； $k_i = k_p / T_i$  为积分系数； $k_d = k_p T_d$  为微分系数。系统采用数字 PID 实现对帆板角度的控制，其控制算法如下：

$$u(k) = k_p \{e(k) + \frac{T}{T_i} \sum_{i=1}^k e(i) + \frac{T_d}{T} [e(k) - e(k-1)]\} \quad (3)$$

考虑到存储器容量及算法实现，具体采用增量式控制算法。其增量形式为

$$u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) + K_d [e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)] \quad (4)$$

式中： $K_p$  为比例系数； $K_i = K_p (T / T_i)$  为积分系数； $T$  为采样周期； $K_d = K_p (T_d / T)$  为微分系数。

### 3 系统软件设计<sup>[5]</sup>

程序功能主要完成帆板自动转角度控制，具体包括转角度采集程序、PWM 波控制程序、显示界面程序。

主要设计思路为：人机接口界面由独立键盘和 12864 液晶显示模块构成，可显示各种菜单界面及设定实时参数，转角度采集程序完成帆板实时角度采集，PWM 波控制程序根据实时误差或按键设定改变 PWM 波占空比，进而改变电动机平均直流电压大小，从而达到改变风力大小来改变帆板角度的目的。主程序和功能 4 子程序流程分别如图 5、6。

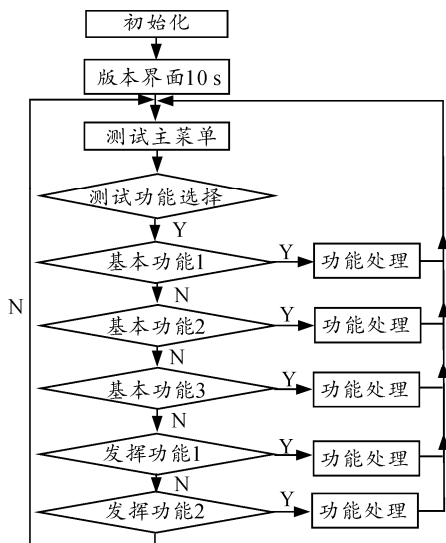


图 5 主程序流程

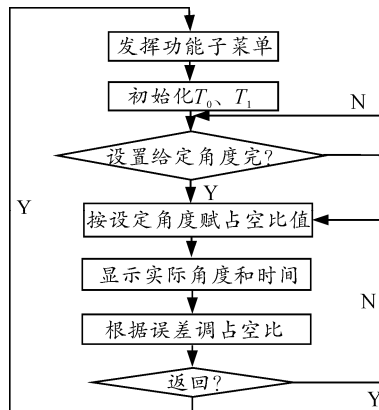


图 6 功能 4 子函数流程

### 4 测试方案与测试结果

1) 测试功能 1：用手搬动帆板时，数字显示帆板的转角  $\theta$ 。实际测试时，帆板角度能够从  $0^\circ \sim 60^\circ$  变化，符合题目要求。

2) 测试功能 2：当间距为 10 cm 时，控制风力大小，使帆板角度能够在  $0^\circ \sim 60^\circ$  范围变化，并实时显示角度。测试中，帆板角度能在  $0^\circ \sim 60^\circ$  范围内变化，测试显示数据如表 1 所示。

表 1 功能 1 测试

风力大小/%	角度/(°)
5	6
16	20
55	54
91	60

3) 测试功能 3：当间距为 10 cm 时，通过控制按键控制风力大小，在  $45^\circ \pm 5^\circ$  范围内。要求控制过程在 10 s 内完成，实时显示  $\theta$ ，并由声光提示，以便进行测试。测试数据如表 2 所示。

表 2 功能 3 测试

风力大小/%	角度/(°)	用时/s
52	48	6.3
51	48	3.1
43	44	3.1

4) 测试功能 4：当间距  $d=10$  cm 时，通过键盘设定帆板转角，其范围为  $0^\circ \sim 60^\circ$  要  $\theta$  在 5 s 内达到设定值，并实时显示  $\theta$ 。最大误差的绝对值不超过  $5^\circ$  测试数据如表 3 所示。

表 3 功能 4 测试

距离/cm	设定角度/(°)	实际角度/(°)	风力/%
7	10	12	7
	40	42	30
	60	58	78
10	60	60	91
	40	40	33
	10	10	7
15	60	60	86
	20	20	16
	10	10	7