

# 基于风板系统的自动控制原理课程设计

阳小燕

广州软件学院, 广东 广州

收稿日期: 2021年11月8日; 录用日期: 2021年12月16日; 发布日期: 2021年12月23日

---

## 摘要

“自动控制原理课程设计”是一门非常重要的实践课程,旨在将经典控理论与实际工程项目相结合。针对目前自动控制原理课程设计大多借助Matlab进行模拟仿真而与实际工程项目脱离的问题,文章对自动控制原理课程设计进行了改革与创新,设计了一种风板控制系统,利用风机吹出的风力使风板保持在给定角度。该系统包含了单片机技术、传感器技术、自动控制原理等多学科技术,实践操作性强,是自动控制原理理论课程很好的实践环节。

## 关键词

自动控制原理课程设计, Matlab, 风板系统

---

# Automation Control Principle Course Design Based on Wind Plate System

Xiaoyan Yang

Software Engineering Institute of Guangzhou, Guangzhou Guangdong

Received: Nov. 8<sup>th</sup>, 2021; accepted: Dec. 16<sup>th</sup>, 2021; published: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2021

---

## Abstract

“Automatic Control Principle Course Design” is a very important practical course, which aims to combine classical control theory with practical engineering projects. In view of the problem that most of the current course design of automatic control principle is separated from the actual project by using Matlab simulation, this paper has carried on reform and innovation to the course design of automatic control principle, and designed a kind of wind plate control system, which makes use of the wind blown out by the fan to keep the wind plate at a given Angle. The system includes SCM technology, sensor technology, automatic control principle and other disciplines

technology; practical operation is strong; it is a good practice of the theory of automatic control course.

### Keywords

Automation Control Principle Course Design, Matlab, Plate System

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

创新实践能力是学生与社会工作需求有效结合的前提和保障，从培养体系到教学模式都广受教育界及企业的关注[1] [2] [3]。自动控制原理课程设计是自动化专业实践教学非常重要的一个环节，通过课程设计，将理论知识和实际技术相结合，加深学生对理论知识的理解，对增强学生动手实践能力、提高自动化专业整体教学水平、新工科背景下人才技能培养新要求等方面起着至关重要的作用[4] [5] [6]。

## 2. 自动控制原理课程设计现状分析

就广州软件学院自动化专业办学特点来讲，其专业实践教学体系包括课程设计、毕业实习、毕业设计 & 生产实习，其中课程设计包括自动控制原理课程设计、PLC 课程设计、智能控制课程设计及过程控制课程设计，如图 1 所示。

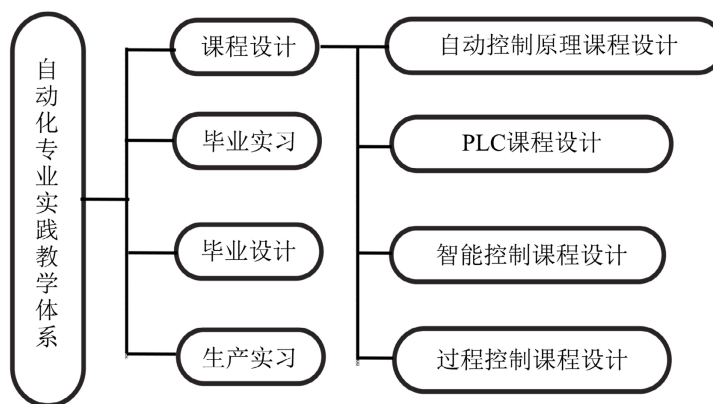


Figure 1. Diagram of the practical teaching system of automation major  
图 1. 自动化专业实践教学体系图

目前，自动控制原理课程设计一般安排在实验课中完成，即最后两周的实验课为课程设计，设计内容主要为基于 Matlab 的系统校正，包括串接超前校正，滞后校正，PID 综合校正等，以 matlab 仿真来完成给定系统的校正或通过 P、I、D 参数的设定使系统得到良好的响应曲线。用软件仿真的一大优点就是把大量的推导设计与图形绘制，利用 M 程序语言实现，同时可以在 Simulink 中利用模块组建模型，修改参数，进行动态系统仿真运行，纯软件仿真模型搭建快，数据设置修改方便，并且仿真结果分析方便准确，有利于进行理论分析，缺点是建模时把系统想化，未考虑到实际系统运行的一些情况，比如摩擦、

响应滞后、干扰等，因此与系统运行时的状态不太相符，另外纯软件仿真极大的限制了学生实践动手能力、创新能力以及综合应用能力的培养，让学生产生学而不知如何用的矛盾，不符合新工科背景下对学生应用实践能力培养的要求。因此必须对《自动控制原理课程设计》进行改革，在理论内容丰富的自控课程中，探讨如何借助自动控制原理课程设计将书本上的知识活学活用，将深奥的理论知识具体化，提高学生的动手能力以及实践创新意识，形成一套理论与实践有机结合的课程设计新方法。

### 3. 创新课程设计系统

在新工科对提高学生动手能力的背景下，对自动控制原理课程设计进行了改革，即将经典控制理论与实际工程项目相结合，本文设计了一套风板控制系统，主要以 STM32F103 为控制核心，包括线性电位器的角度传感器，8 cm 排风扇，步进电机滑台系统，该套系统融合了传感器技术、单片机控制技术、PID 等多种闭环控制调节算法。风板控制系统简单、直观，可操作性强，具有一定的趣味性，可根据学生能力增加控制功能和精度，适合于不同层次的学生。

#### 3.1. 系统硬件设计

此次设计的风板控制系统能将风板稳定在预定角度，并实时显示风板角度值等功能，结构框图如图 2 所示。风板系统主要包括一个悬挂在转轴上的风板(可旋转 0~90 度)，传感器模块，风扇驱动模块，步进电机驱动模块，单片机控制系统和人机交互模块(液晶屏显示模块、红外控制模块)。

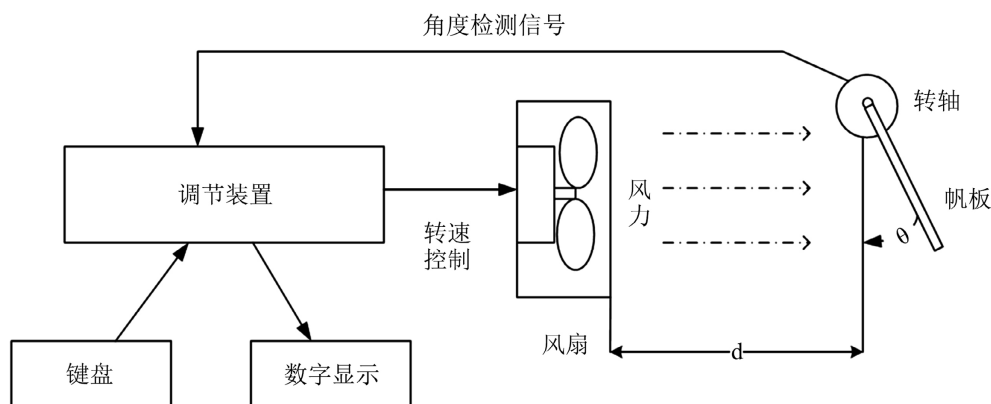
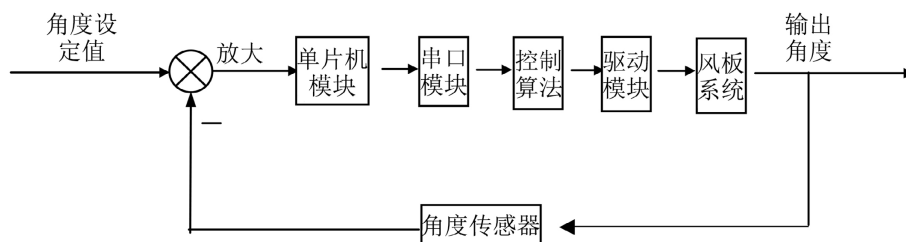


Figure 2. Block diagram of the wind panel control system  
图 2. 风板控制系统结构框图

系统整体算法如图 3 所示。通过单片机 ADC 采样，获取电位器的电压值并转换为数字量，经过单片机内部处理公式拟合得到对应的函数表达式，实现帆板转动角度实时显示的功能，再由红外控制进行角度输入、控制滑台步进等操作，转换电路把接收到的模拟信号转换成数字信号，经过 MCU 处旋转角度，利用 MCU 内部 12 位高速 ADC 对处理过的传感器利用 PWM 控制风扇风速，PID 控制算法控制帆板的角度变化。整体算法确定后，通过方案论证与比较，最终确定风板系统的硬件，选择 8 cm 排风扇，额定工作电压 12 V，额定工作电流 2.5 A，价格稍贵一点，风力很强，风速很稳定，方便控制。驱动选择 L298 直流电机驱动，其驱动自带光耦保护，支持 7 A 的大电流输入，完全能够用于调速所使用的排风扇。采用 STM32 单片机内部的 12 位 ADC，用单片机直接采集电压采样，简化外围电路设计，增强系统的可靠性，足以满足本次设计的需求。采用 STM32F103，具有 12 位内部 ADC，同时 IO 很多，可以进行很多的扩展，并且处理速度较快，同时采用库函数方式编辑，容易操作也可移植性很强。清单如表 1 所示。



**Figure 3.** The overall algorithm of the system  
**图 3.** 系统整体算法

**Table 1.** Hardware list of wind panel system  
**表 1.** 风板系统硬件清单

序号	模块	型号
1	开关电源	12V6A
2	5V 降压模块	L7805
3	红外接收头	VS1838
4	红外遥控器	
5	屏幕	HB12864
6	主控板	STM32f103C8T6
7	排风扇	12 V 8 CM
8	电机驱动	L298 (最大 2 A 电流)
9	架子	
10	线性电位器	SV01A103AEA01R00
11	木板台	3 mm
12	铜柱	M3*10
13	杜邦线	30 CM 母对母

### 3.2. 系统软件设计

系统软件设计包括单片机软件部分和计算机控制策略，算法如图 4 所示。单片机上电后，接收计算机发送的数据，设定 PWM 参数并产生对应的 PWM 波，用 PWM 波控制 L298 电机的转速，产生的风力使风板发生偏移，从而改变电位器，采集输出信号并将信号送入 A/D 转换器，模拟量转化为数字量送到显示电路由液晶显示数据，并将输出信号传给上位机，与给定值进行不断比较，如有偏差则给出合适的 PWM 参数，与风扇转速构成反馈系统，控制风扇转速来控制帆板的角度。

本系统根据下位机传回的角度采用 PID 算法调节 PWM 的占空比，主要用到了 Matlab.m 文件中的函数：

function PWM = Control-function(angle)

上式中，PWM 为发给下位机的 PWM 波的值，angle 是设定的角度值，该函数将角度值经过相应的控制策略，如 PID 算法、线性控制算法、非线性控制算法等，转换为 PWM 占空比，达到控制风板角度的目的，本文主要采用 PID 算法。

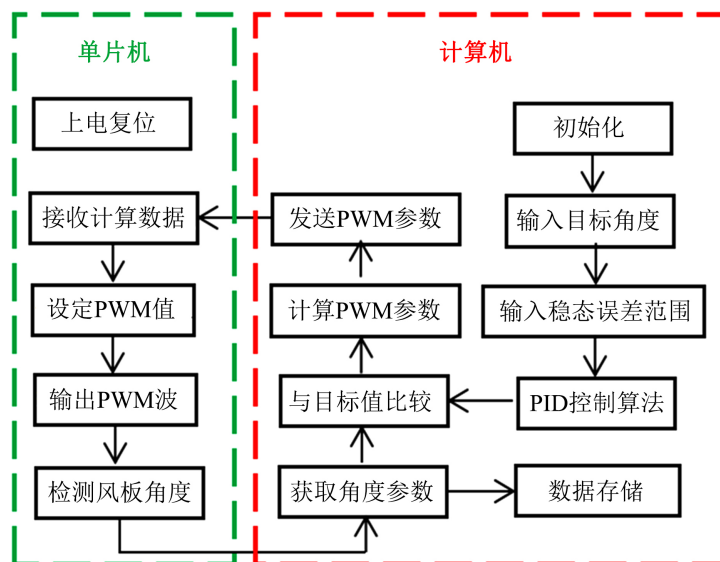


Figure 4. System software design algorithm

图 4. 系统软件设计算法

### 3.3. 系统测试

当完成控制器整体的硬件设计以及软件编程之后，即可对系统各个部分的功能进行调试和测验。在进行调试时，对整个控制系统的各个部分进行相关的测试验证，得出结果，看是否符合设计要求。风板系统实物图如图 5 所示。

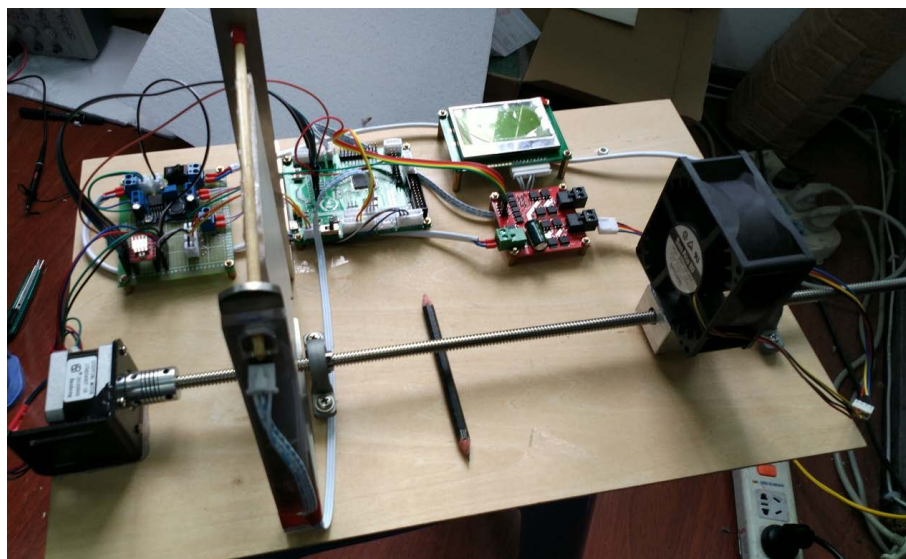


Figure 5. Physical picture of the wind panel system

图 5. 风板系统实物图

为了验证系统的稳定性和快速性，设置了不同的角度值，测量结果如表 2 所示。

从表 2 中可以看出，此次的误差符合设计要求标准：当系统稳定之后，系统稳态值与设定值误差最大不过 2 度，稳定性好，快速由一个设定值到另一个设定值，过渡时间短。

**Table 2.** Measurement results of wind panel system  
**表 2.** 风板系统测量结果

预置角度(度)	测量角度(度)	误差范围(度)	过渡时间(s)
30	30	0	4.27
45	45	0	2.31
50	49.5	0.5	2.68
65	66	1	3.45
70	71	1	2.59
90	92	2	4.31
110	110.5	0.5	4.57

#### 4. 总结

针对传统自动控制原理课程设计过于依赖模拟仿真,不利于提高学生实践能力的增强的问题,本文设计了一套理论与实践相结合风板控制系统,该系统既可以在单片机上完成命令操作,也可以在计算机 Matlab 软件中进行编写程序,并且可扩展性强,可提出不同难度的控制要求,适合不同层次的学生,符合新工科背景下对人才实践能力培养的模式。

#### 基金项目

广州软件学院质量工程项目(JYJG202104)。

#### 参考文献

- [1] 田思庆, 吴桂云. “自动控制原理”课程的教学研究与实践[J]. 电气电子教学学报, 2008, 30(1): 112-114.
- [2] 唐超颖, 姜斌. “自动控制原理”课程的探究性教学实践[J]. 电气电子教学学报, 2007, 29(6): 91-93.
- [3] 秦怀宇. 自动控制原理课程设计教学改革与实践[J]. 中小企业管理与科技, 2011(31): 238.
- [4] 蔡林沁, 岑明, 虞继敏, 等. 自动化专业课程设计实践创新能力培养策略与方法[J]. 中国教育技术装备, 2012(15): 41-42+46.
- [5] 强盛, 史小平. 基于项目的“自动控制原理课程设计”改革探索[J]. 实验室研究与探索, 2013(32): 416-418.
- [6] 李彬彬. 浅谈《自动控制原理》课程教学中的教学和体会[J]. 科技信息, 2011(31): 582.