



# 基于 STC15F2K60S2 的汽车空调 模糊恒温控制系统设计

孟 冉

(辽宁机电职业技术学院 华孚仪表学院, 辽宁 丹东 118009)

**摘 要:**针对国内量产中低端汽车手动空调系统所带来的车内舒适性和安全性差等问题,提出一种以 STC15F2K60S2 单片机为控制核心,基于模糊控制理论的汽车空调恒温控制系统。系统对原有手动控制空调进行不破坏原车结构的改进,通过 NTC10k 3950 热敏电阻温度传感器实现车厢内温度多点测量,实时显示与控制车厢内温度,实现汽车空调恒温控制。系统改造成本低,安装方便,对提高驾乘人员舒适度和安全性具有很好的推广价值。

**关键词:**汽车空调;STC15F2K60S2;恒温控制;模糊控制

中图分类号:U463.851

文献标识码:A

文章编号:1671-931X (2022) 04-0115-06

DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2022.04.019

汽车空调按照控制系统为划分标准,可分为机械式温度控制系统和电子式温度控制系统。机械式温度控制系统就是手动控制系统,电子式温度系统是恒温控制温度控制器<sup>[1-3]</sup>。国内量产经济型轿车多数配置手动空调系统,而手动空调只能通过驾乘人员自身感观车厢内温度,手动调节出风温度和出风量进行车厢内温度粗略的分级调节,不能设定车内的具体温度。行车时随着水温的升高、汽车厢门密封等因素的影响,手动空调系统单一的出风量调节不能满足车内温度恒定的要求,驾乘人员需不时操作空调出风量或温度调节车内温度,这样的驾驶存在很大安全隐患,影响到行车安全,因此,研究一种基于低成本的汽车空调恒温控制系统,具有很好的

应用推广价值。

针对汽车空调恒温控制系统,已有很多方案。华北理工大学王海群<sup>[4]</sup>、安徽国防科技职业学院向楠<sup>[5]</sup>都有汽车空调改装的研究,可实现车内恒温控制。但研究存在拆除、破坏原车结构的问题。江铃汽车股份有限公司李鑫<sup>[6]</sup>使用 4G DTU 模块将采集到的温度值传递给远程服务器,数据可以在 APP 中设置与查看,实现温度远程控制。此方案智能化程度和控制精度更高,驾乘舒适度和安全性增强,但仍存在两点不足:其一,由于汽车空调压缩机是用发动机动力带动的,熄火状态空调系统只能提供自然风,而单纯自然风不能实现制冷温度调节,若真正实现远程温度控制,则需要集成远程启动和温度控制功

收稿日期:2021-04-04

基金项目 2020 年国家级职业教育教师教学创新团队课题“基于新业态构建高职专业复合型技术技能人才培养新模式的研究与实践”(项目编号: SJ2020010201)。

作者简介:孟冉(1988—),男,辽宁阜新人,辽宁机电职业技术学院华孚仪表学院讲师,研究方向:职业教育、机电一体化及数据采集与监控系统研究。

能,而当前国内量产汽车很少配备远程启动功能,加装远程启动功能涉及到发动机防盗密码锁,使控制系统更加复杂;其二,当前国内用车以群体用车为主,多用户使用控制则必须下载安装 APP 才可以实现汽车空调温度控制。

针对研究存在的不足,本文提出一种以 STC15F2K60S2 单片机为控制核心,基于模糊控制理论的结构紧凑、便于显示、多级调节、成本低的汽车空调恒温控制系统。系统利用 NTC10k 3950 热敏电阻温度传感器实时获取车内多点温度值,利用单片机进行温度数据处理,控制继电器输出,调节空调系统出风量实现恒温控制。此外,单片机可以对空调温度设定值进行储存、记录,实现一键控制。

### 一、系统总体设计

汽车空调恒温控制系统主要由 STC15F2K60S2

单片机,电源转换电路模块,温度检测传感器模块,继电器输出模块,传感器故障报警模块,按键电路模块,指示灯模块和显示电路组成,系统总体结构如图 1 所示。温度检测传感器模块中采用两线制接法,采集到的温度数据传输到单片机,单片机将数据显示到显示电路中;继电器输出模块包括四个继电器。继电器输出线和制冷开关信号线合并到端子快接口,并与原车手动空调风量调节模块相连即可实现车厢内恒温控制;传感器故障报警模块是检测传感器电压值异常报警。显示电路显示车厢内测量温度和用户的设定值。

汽车空调恒温控制系统以车厢内温度为控制对象,将测量温度值与用户期望进行比较,计算出温差值与温差变化率,带入模糊控制算法进行计算,控制继电器输出模块,调节汽车空调出风量,进而实现汽车空调恒温控制。

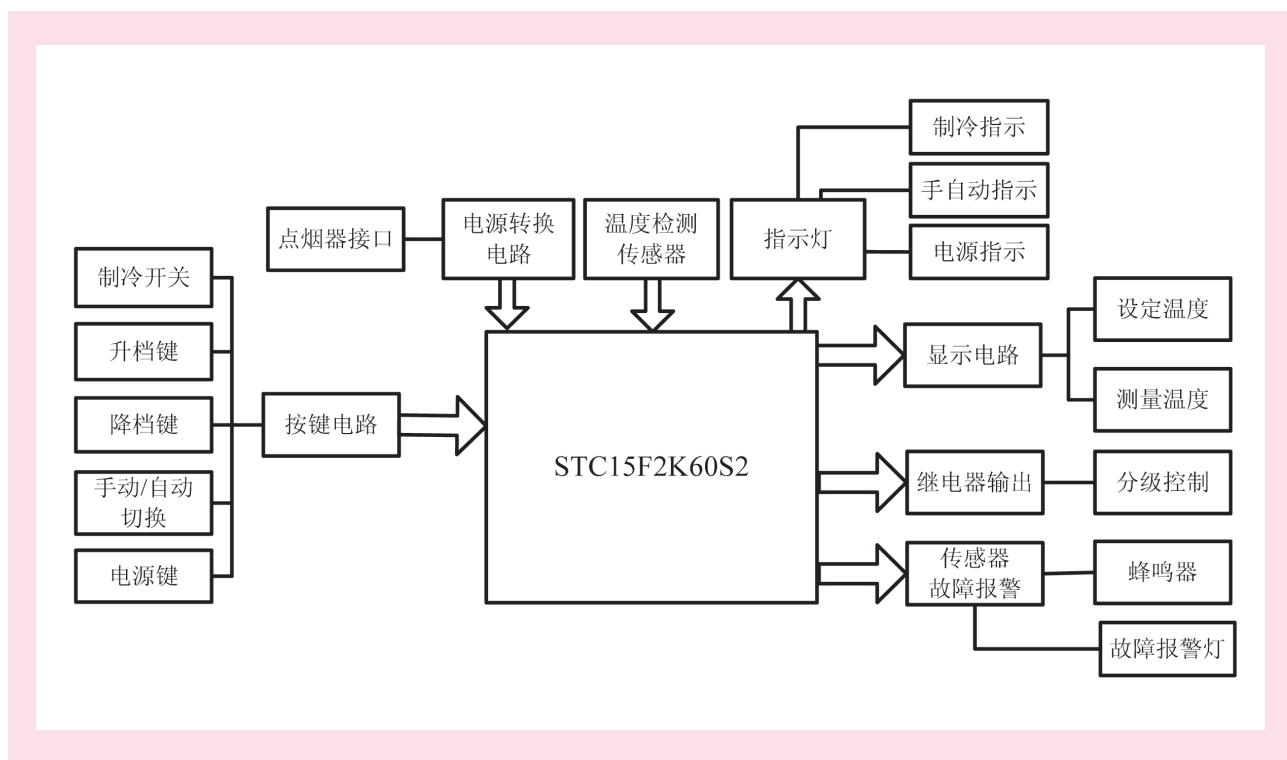


图 1 系统总体结构框图

### 二、硬件电路设计

#### (一) 主控单元电路设计

主控单元以 STC15F2K60S2 单片机为控制核心,采集用户输入信号和环境温度输入信号,并控制指示灯和数码管进行系统信息显示,驱动继电器工作,达到汽车空调恒温控制的目的。国内量产乘用车均配置 DC12V 电源接口,所以为了简化系统,电源电路

采用外接 DC12V 电源供电,而单片机供电电源则是由外接电源通过 78M05 稳压电路输出 DC5V 获得的,具体电路如图 2 所示。

#### (二) 传感器单元电路设计

传感器单元电路采用 4 个 NTC10k 3950 热敏电阻采集温度数据,接口采用快速插拔式,连接线采用 FFC 柔性扁平电缆,成本低且易于安装。热敏电阻随

着温度的变化对应改变电阻,单片机可以通过采集搭建的热敏电阻电路中的电压值来获取温度数据,具体传感器单元设计电路如图3所示。考虑驾驶者体感温度与空调回风口的温度有所不同,需多点测量才能更加准确。本文将四个传感器分别安装在

排驾驶室中间位置、后排驾驶室中间位置、主驾驶回风口位置和副驾驶回风口位置。温度传感器分别采集四个位置的温度值,传输到单片机,单片机将其平均值作为测量温度值显示在显示电路中。

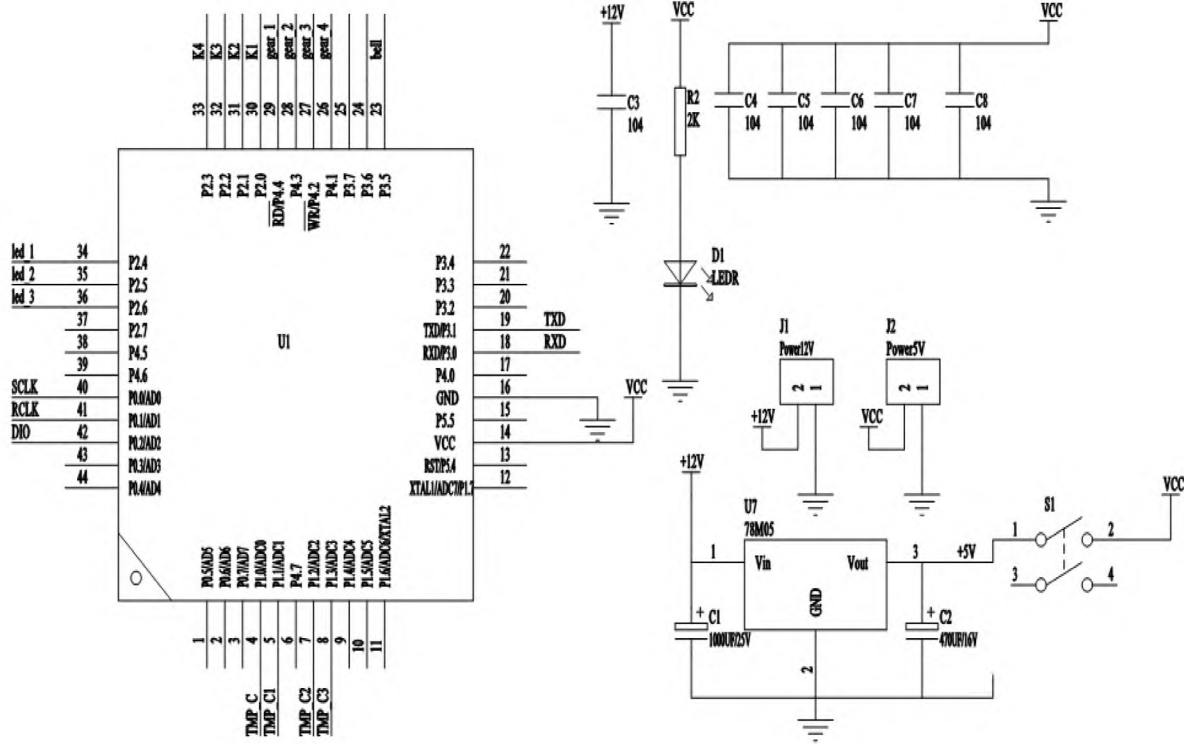


图2 主控单元电路设计

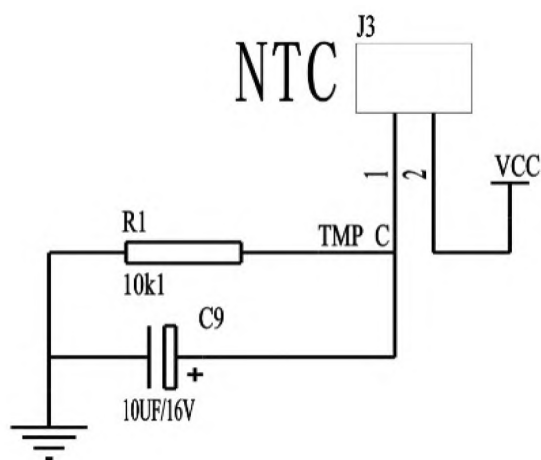


图3 传感器单元电路设计

### (三) 执行单元电路设计

执行单元电路由继电器开关控制电路实现,在电路中添加驱动放大电路。执行单元电路中设计4个继电器对应控制手动空调出风量控制四个档位实现汽车空调恒温多级调节。执行单元电路中蜂鸣器的作用是若单片机采集温度传感器两端电压不在正常值范围内,将驱动蜂鸣器鸣响,实现传感器故障诊断功能,具体电路设计如图4所示。

### (四) 显示及按键电路设计

系统信息显示电路主要由数码管和指示灯电路组成。数码管显示电路选用四位数码管显示,显示用户设定值和车厢内测量温度值。根据当前家用空调、热水器等温度控制系统显示规律,显示精度保留个位数。考虑单片机IO端口数量有限,采用74HC595芯片级联。电路设计如图5所示。

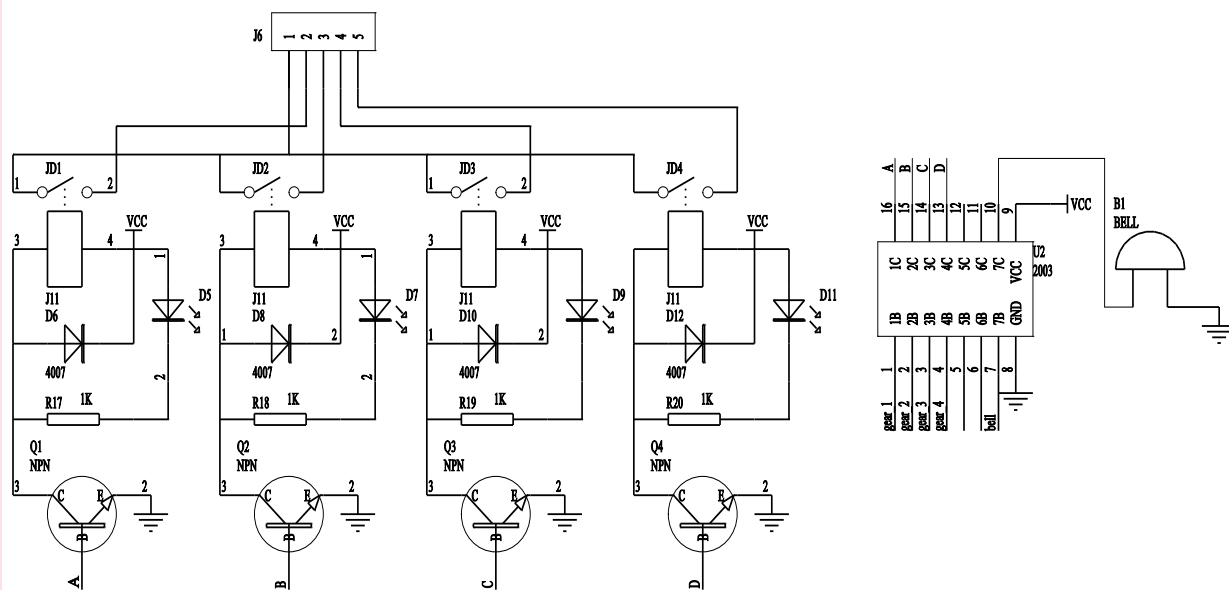


图 4 执行单元电路设计

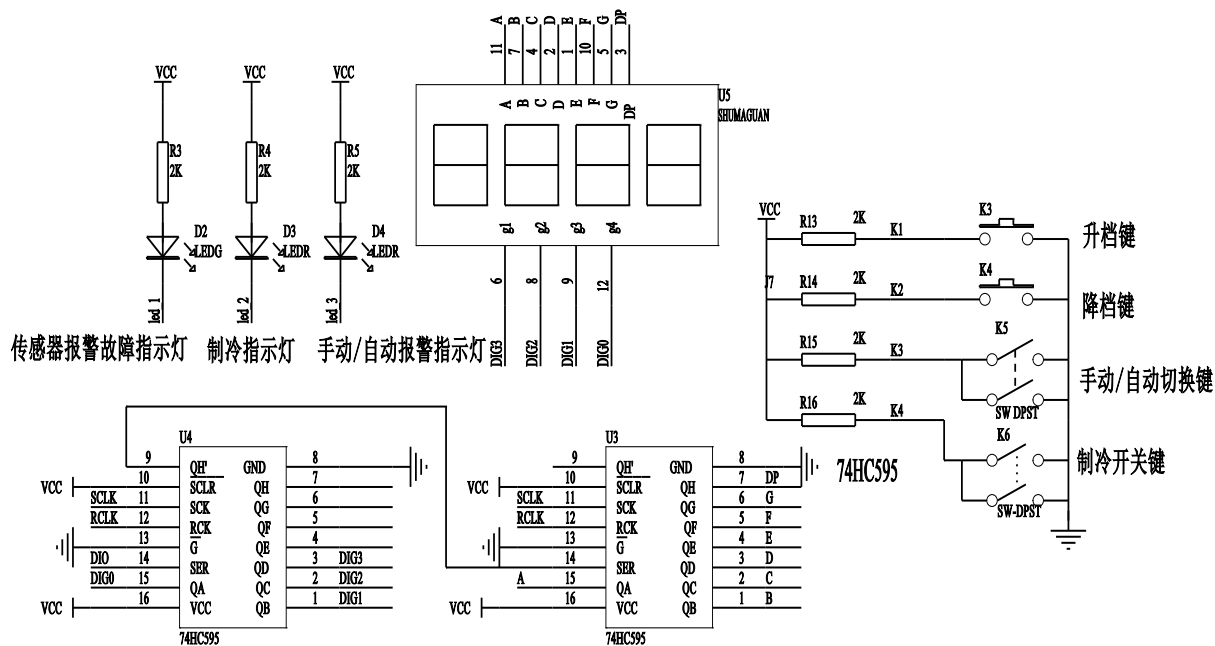


图5 显示及附件电路设计

### 三、软件设计

### (一) 模糊控制器设计

汽车空调工作状态与车辆本身排量,车辆所处环

境(高速,低速,怠速运行等),车辆冷却液温度和汽车空调制冷状态好坏相关。可以说,每台车辆的空调系统模型都各不相同。模糊控制技术在恒温系统中应



用最为广泛<sup>[7-8]</sup>。模糊控制是根据专家经验或者人类的思维模式进行判断并控制被控对象实现一种更加精准的控制理论。模糊控制是一种逐步逼近的过程,将人的经验模型化,尤其对数学模型难以确定的系统具有很强的控制作用。驾乘者在手动控制汽车空调时,实际上就按照自身感知温度(传感器),调节空调出风量档位大小,进行控制车厢内的温度,再通过自身感知温度,修正空调出风量,保证车厢内温度保持近似恒定。这一点恰恰与模糊控制理论不谋而合,所以,本控制系统采用模糊控制。

汽车空调恒温控制系统框图如图6所示,e代表温差值,ec代表温差变化率,U是控制量。输入输出变量的模糊子集为{“小”,“略小”,“零”,“略大”,“大”}。输入变量,输出变量的隶属度函数均为三角函数。输入变量的基本论域设定为: $e=[-5, 5]$ ;  $ec=[-0.6, 0.6]$ 。输出变量的模糊论域取: $[-5, 5]$ 。模糊推理方式采用 Mamdani 合成法,建立模糊控制规则,构成模糊控制器,控制继电器相应动作,实现恒温控制。

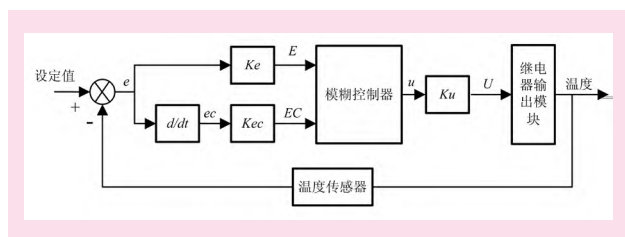


图6 汽车空调恒温控制系统框图

模糊控制器的控制过程如下:热敏电阻传感器测量车厢内温度输出的电压信号经具有ADC功能的引脚传输到单片机,模糊控制算法对温差数据进行处理后得到控制量,控制相应继电器动作,调节汽车空调出风量。

## (二) 软件设计

根据系统功能,软件设计主要有主函数、键盘扫描子函数、温度模糊控制子函数、数码管温度采集子函数、显示子函数和继电器输出子函数,软件控制流程图如图7所示。本系统根据季节设定是否需要制冷,首先手动设置好制冷功能和冷热控制混合阀的位置,然后按动手动/自动切换键设定手动模式或者自动模式。

在冬季玻璃除霜等极端情况仍然需要手动模式。用户手动模式下操作按键来设置档位。档位设定为“0档”“1档”“2档”“3档”和“4档”,档位显示在设定温度显示器中,确定档位后,单片机控制相应档位继电器闭合,启动汽车空调,出风量保持一定速率不变,车内实时温度显示在数码管显示器中。

行车状态时,用户可以选择自动模式。选择自动模式后,通过操作升档键和降档键来调节设定温

度,设定温度显示在数码管显示器中。单片机根据用户期望与测量温度之差,基于模糊控制理论来控制相应档位继电器闭合自动调节出风量速率。

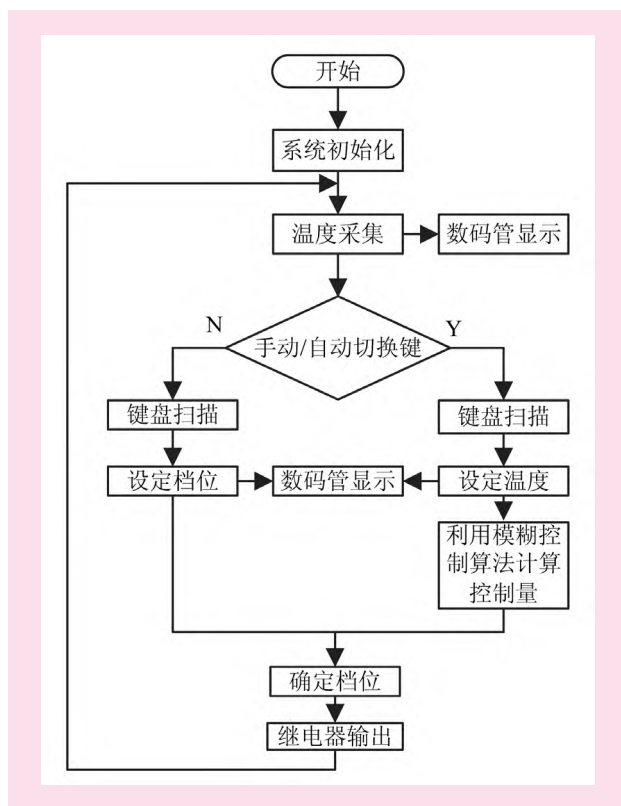


图7 软件控制流程图

本文以STC15F2K60S2单片机为控制核心设计一款汽车空调恒温控制系统,该系统主要针对国内量产中低端汽车手动空调在行车过程中因水温变化、车辆密封性等原因频繁调节空调,进而影响行车舒适性与安全性的问题,对原有车载手动控制空调在不破坏原有车辆结构下的改进,通过NTC10k 3950热敏电阻温度传感器实现车厢内温度多点测量并实时显示,利用单片机继电器模块输出,控制车厢内温度,实现基于模糊控制理论的汽车空调恒温控制。因改造成本低,安装方便,对提高驾乘人员舒适度和安全性具有很好的推广价值。

## 参考文献:

- [1] 周革,卢强.江淮车系自动空调工作原理及常见故障诊断[J].汽车电器,2016(5):73-76.
- [2] 张学友.汽车空调系统的温度控制探讨[J].内燃机与配件,2019(14):132-133.
- [3] 杨伟兵,陈亚丽.汽车暖通空调制冷系统的优化控制策略[J].内燃机与配件,2019(2):229-230.
- [4] 王海群,孟令真.汽车空调温度控制系统的设计[J].工业控制计算机,2016(7):145-146.

- [5] 向楠. 基于单片机的汽车温湿度控制系统[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2017(4):116-118.
- [6] 李鑫, 张钊, 黄炯, 等. 基于STM32的汽车空调远程控制系统设计[J]. 南方农机, 2020(20):85-86.
- [7] 陈万里, 李猛. 基于蔬菜大棚的模糊温度控制器的设计[J]. 工业控制计算机, 2014(6):146-147.
- [8] 刘董, 李京慧, 迟宗涛, 等. 基于模糊PID控制的控温箱设计[J]. 传感器与微系统, 2021(3):73-76.

[责任编辑: 詹华西]

## Design of Fuzzy Constant Temperature Control System for Automobile Air Conditioning Based on STC15F2K60S2

MENG Ran

(Huafu Instrument College, Liaoning Mechatronics College, Dandong Liaoning, 118009, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of poor comfort and safety in the car caused by the low-end manual air conditioning system in domestic mass production, this paper proposes a kind of constant temperature control system of automobile air conditioning based on fuzzy control theory with STC15F2K60S2 as the control core. The system improves the structure of the original vehicle manually controlled air conditioner without destroying the original vehicle structure, realizes multi-point temperature measurement in the car with NTC10k 3950 thermistor temperature sensor, displays and controls the temperature in the car in real time, and realizes constant temperature control of the vehicle air conditioner. The system has a good promotion value because of its low cost, easy installation and improvement in the comfort and safety of drivers and passengers.

**Key words:** automobile air conditioning; STC15F2K60S2; constant temperature control; fuzzy control