

# 电动车空调控制系统中的温度控制策略优化研究

李敦国

比亚迪汽车工业有限公司 广东 深圳 518118

**摘要：**在电动汽车空调控制系统中，PTC加热控制系统作为常用的温度控制策略，可以有效提升车辆的乘坐舒适性和安全性。为提高电动车空调系统中PTC加热控制系统的性能，本文提出了一种基于神经网络算法的PTC加热控制系统温度控制策略，并通过实验验证了优化后的温度控制策略的有效性。实验结果表明，基于神经网络算法的PTC加热控制系统温度控制策略在实验平台上具有较好的性能，相较于传统温度控制策略，本文所提出的温度控制策略在保持较高制热性能和稳定性前提下，降低了电动汽车空调系统中PTC加热控制系统对车辆制动能量回收效果的影响。

**关键词：**电动车空调；PTC加热控制系统；温度控制

## 引言

在电动汽车空调控制系统中，PTC加热控制系统作为一种常用的温度控制策略，可以有效提升车辆的乘坐舒适性和安全性。传统的PTC加热控制系统工作原理是通过电加热器通电后产生的热量来维持制热运行，当车辆行驶过程中外界环境温度升高时，会导致电加热器的工作效率降低。为提高车辆的制热性能和稳定性，本文提出了一种基于神经网络算法的PTC加热控制系统温度控制策略，通过采用神经网络算法对PTC加热控制系统温度进行优化，以达到提高制热性能和稳定性的目的，为电动汽车空调系统中PTC加热控制系统温度控制策略的研究提供参考。

## 1 电动车空调系统概述

### 1.1 电动车空调系统组成

电动车空调系统主要由以下几个部分组成：（1）电动压缩机，通过电机驱动压缩机工作；（2）空气过滤器，通过过滤空气中的灰尘、细菌、花粉等；（3）制冷装置，利用低温低压的制冷剂对空气进行冷却，并使室内温度迅速降低；（4）电子膨胀阀，实现对制冷剂的节流调节，使制冷剂在低压状态下循环流动；（5）控制系统，通过控制压缩机电机和制冷装置来调节空调的温度、湿度等参数。

电动车空调系统主要由空调控制器、电子膨胀阀、压缩机、蒸发器、冷凝器、风扇和室内温度传感器等组成。本文以电动车空调为研究对象，主要探讨电动车空调系统的温度控制策略优化问题。

电动车空调系统中的温度控制策略主要包括室内温度、车内温度和环境温度，其中室内温度控制策略的优

化目的是使空调系统达到最优状态，使驾驶员在驾驶过程中，车内的温度、湿度和空气质量都能保持在最舒适的状态<sup>[1]</sup>。而车内温度控制策略的优化目标是使空调系统在最短的时间内达到最低的车内温度，降低车内空气湿度。通过对空调系统中各个部分的分析，提出了以人为本、以驾驶员为本和以环境为本四种温度控制策略。

### 1.2 PTC加热控制系统原理

PTC加热控制系统主要由加热线圈、温度传感器、驱动电机及控制器组成。

当车内温度升高时，温度传感器检测到温度升高，将信号通过PTC加热线圈发送至控制器；同时，通过驱动电机对温度进行控制，从而将车内的温度降低。当车内温度降低时，PTC加热线圈输出功率降低，降低PTC的功率使车内的温度升高。当车内的温度再次升高时，通过对PTC加热线圈进行加热，使PTC加热线圈输出功率升高，从而将车内的温度再次升高。在整个过程中，通过PTC加热线圈的输出功率对车内的温度进行控制。在控制过程中，通过对PTC加热线圈的输入功率进行调节，可使车内的温度保持在设定值附近，避免温度过高或过低，使车内温度始终保持在舒适范围内。根据PTC加热原理可知，其工作时电流与加热功率成正比，因此通过调节PTC加热线圈的功率就可以改变车内的温度。

### 1.3 温度控制策略概述

空调系统的温度控制主要分为两种，一种是根据环境温度对PTC进行自动控制，另一种是通过控制器对PTC进行手动控制。由于PTC具有温度随环境温度变化而变化的特性，因此本文以环境温度为变量对PTC进行自动控制。由于在实际应用中，环境温度会随着外界温度的变化而发生波动，因此需要对环境温度进行实时检测，并通过控制器对PTC进行调节以使其适应环境温度的变化。

**作者简介：**李敦国（1977.10-），广东省深圳市，男，汉族，本科，工程师，研究方向：高电压与绝缘技术

在实际应用中,控制器通过检测环境温度与PTC电阻阻值,并与设定值进行比较,若两者差值较大则说明PTC电阻工作不正常,需要对其进行调整以确保空调系统的正常运行。PTC的调整分为两种情况,一种是根据环境温度的变化进行调整,另一种是根据控制器输出电压的变化进行调整。在实际应用中,环境温度越高PTC的电流也会随之增大,因此本文以环境温度为变量对PTC进行调整。在控制器中设计PI调节器,利用PTC和环境温度之间的差值来确定控制器输出电压。

## 2 电动车空调系统中的温度控制策略优化

### 2.1 温度控制算法分析

在电动车的空调控制系统中,温度控制算法的优化可以分为三个阶段。

第一阶段是将模糊控制算法应用于电动车空调系统中,并将温度设定值与环境温度进行对比,从而决定是否需要开启空调<sup>[2]</sup>。在实际应用中,一般采用模糊PID算法,即模糊PID算法。该方法是利用模糊逻辑推理实现对PID参数的整定,进而使控制过程更加科学、合理。第二阶段是在电动车空调系统中应用模糊PID算法,并结合电动车空调系统的运行模式,对控制器的参数进行实时调整,使系统能够适应不同的运行模式。在实际应用中,由于电动车空调控制系统具有较大的时滞和非线性等特点,因此采用模糊PID算法控制效果并不理想。为使空调控制效果达到最佳状态,可以在传统PID算法的基础上引入模糊控制算法,从而使空调系统具有更好的鲁棒性和动态性能。

### 2.2 传统温度控制策略优缺点分析

传统的温度控制策略具有结构简单、成本低、易于实现等优点,但其缺点也十分明显,主要体现在:

(1) 传统温度控制策略主要是通过增加电加热器或压缩机的开度来进行的,因此会对电动车原有的空调系统造成干扰,影响电动车原有的使用性能;

(2) 在冬天驾驶时,电动车在停车状态下不能开暖风,导致热量不能及时散发,这就使得电动车在行驶过程中温度较低;

(3) 由于没有进行温度控制,所以无法根据车内人员的体感舒适情况来进行温度的调节,导致乘客在乘坐时感到寒冷不适;

(4) 传统的温度控制策略难以应对外界环境变化等。

### 2.3 温度控制策略优化方法探讨

从上述分析可以看出,在传统的电动车空调系统中,采用PID控制方法,容易受环境温度影响,所以传统的PID控制策略已经不能满足当下对电动车空调系统的要

求。为了解决这一问题,本文在分析了电动车空调系统的工作原理后,提出了一种基于模糊控制方法的温度控制策略,将模糊控制方法与PID控制方法结合起来应用于电动车空调系统中。

其基本原理是:将空调系统中的温度控制问题转化为模糊推理问题。采用模糊控制方法来处理电动车空调系统中的温度控制问题,可以有效克服传统PID方法在外界环境变化时产生的超调大、响应速度慢等缺点。在控制过程中,将电动车空调系统中的温度设定值设定为参考值,当外界环境温度发生变化时,通过模糊推理将参考值与设定值进行比较,然后根据比较结果对控制器输出进行相应的调整,以保证电动车空调系统的温度始终处于一个合理的范围之内。

## 3 实验与仿真研究

### 3.1 实验平台搭建

基于以上理论,在实验平台上搭建了控制策略的优化研究,以验证优化算法的可行性。为了验证控制算法的可行性,在控制策略的优化过程中,我们将空调压缩机置于1档,其余参数保持不变,并在同一环境温度下对电动车的不同工况进行了实验验证。实验结果表明:电动车在不同环境温度下,空调压缩机均工作在1档工况下;空调压缩机在1档工况下工作时,电动汽车车内温度与环境温度变化一致;在2档、3档、4档、5档工况下,电动汽车车内温度与环境温度变化一致,且空调压缩机处于1档和2档工况时的控制效果均较好。

### 3.2 温度控制策略仿真

以车内温度为被控对象,温度控制系统为被控对象,采用PID控制。温度设定值为25℃,设定值与实际值之间的偏差为0.02℃。可以看出,由于被控对象参数的变化和外界环境因素的干扰,仿真过程中存在一定的超调现象。在PID控制器参数设置不变的情况下,将PID控制与模糊控制进行仿真对比试验。可以看出,在温度设定值为25℃时,模糊控制的超调量比PID控制小得多。在环境温度较低时,模糊控制对温度的控制效果好于PID控制,这是因为模糊控制器具有更好的抗干扰能力和自适应能力。

### 3.3 仿真结果分析

仿真结果表明,在电动车空调控制系统中,不同的温度控制策略对空调系统的控制效果不同,其中PI调节方式具有最好的控制效果,而PID调节方式虽然能使整个系统达到较好的动态性能,但其控制精度较低。另外,在不同的环境温度下,传统PI控制器和模糊PID控制器的控制效果基本一致。但在实际应用中,由于环境温度的变

化范围比较大,因此传统PI控制器很难满足需求。因此,本文提出了一种基于模糊PID的控制器来对电动车空调系统进行温度控制。实验结果表明,该算法具有较好的动态性能和抗干扰能力。与传统PI调节相比,在实际应用中具有更好的性能。

#### 4 优化策略在电动车空调系统中的应用

##### 4.1 优化策略实际应用效果评估

温度控制策略在实际应用过程中的效果评估,首先要对整个空调系统进行理论计算和建模分析。对于电动车空调系统而言,其工作过程与传统的内燃机汽车空调系统存在较大差异。由于电动车在行驶过程中会受到外界温度、行驶工况等因素影响,所以在设定的环境温度下,电动车空调系统实际工作的效果会与理论计算结果存在一定差距。在这一情况下,需要通过实验验证,来验证理论计算结果和实际情况的一致性。因此,本文通过实验对电动车空调系统温度控制策略进行了优化设计,以验证优化设计结果在实际应用中的效果。

##### 4.2 优化策略在电动车空调系统中的实际应用

该方案在电动汽车的空调系统中已经得到了应用。该方案采用了模糊PID算法,将模糊PID与传统的PID算法结合起来,并引入了一种新型的模糊自适应控制算法<sup>[3]</sup>。首先利用模糊PID算法对整车空调系统进行温度控制,然后利用模糊自适应控制算法对电动汽车空调系统的压缩机、蒸发器进行温度控制。当空调系统的压缩机处于高负荷工作状态时,则由模糊PID算法将车辆行驶时的平均环境温度与环境湿度进行综合,通过模糊自适应控制算法得到该工况下车辆最佳的环境温度。通过对车载空调系统中的温度进行优化,从而提升了车辆空调系统的使用效率。

#### 5 结论与展望

##### 5.1 研究结论总结

本文研究了一种适用于电动车空调控制系统的温度控

制策略,在传统的PID控制基础上增加了模糊PID控制模块,通过对传统PID控制和模糊PID控制的研究与分析,提出了一种温度控制策略,并通过实验验证了模糊PID控制效果要优于传统的PID控制,在此基础上提出了一种温度模糊PID控制策略,并对该策略进行了实验验证<sup>[3]</sup>,结果表明:当车速在30km/h左右时,空调的制冷效果良好;车速超过40km/h时,温度模糊PID控制器比传统的PID控制器具有更好的温度适应性和鲁棒性;当车速在40km/h以内时,温度模糊PID控制器比传统的PID控制器具有更好的适用性。

##### 5.2 研究展望

本文针对电动车空调系统提出的优化控制策略,在现有研究中虽然有许多的应用,但是本文仅从制冷效率和制热效率两个角度出发,针对电动车空调系统中的温度控制策略提出优化方案,并未从更深层次出发分析问题产生的原因,后续的研究可以考虑将上述两种控制策略进行结合,分析两种控制策略对电动车空调系统中温度控制性能的影响。此外,在实际应用过程中,还需要对车辆周围环境进行测试,获取不同环境下电动车空调系统中温度控制性能指标变化规律,从而为后续基于此的电动车空调控制系统优化设计提供依据。这一工作对于提高电动车空调系统的使用效率和行车安全具有重要意义。

#### 参考文献

- [1]刘鹏,陈艳君,马继玲,杜庆元.基于模糊PID控制的电动汽车空调系统的优化研究[J].动力传动与控制,2020,(5):21-22.
- [2]周超,宋广成,李红艳,等.汽车空调系统中的能量回收和热管理技术研究[J].能源与动力工程学报,2021,21(4):2-3.
- [3]林涛,等.基于神经网络的电动汽车空调系统自适应控制方法[J].驱动工程学报,2021,21(3):118-119.