

凌傲汽车空调冷暖伺服电机双面PCB板设计

张秋新

(保定富昌汽校, 河北 保定 071051)

摘要: 阐述自动空调电气原理图引脚定义及功能, 详细介绍伺服电机控制电路组成原理及针对凌傲汽车空调单面碳膜PCB板的结构缺陷设计成双面碳膜PCB板的思路。

关键词: 汽车空调控制器; 传感器; 伺服电机; 碳膜; PCB板

中图分类号: U463.851 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-8639(2010)05-0021-03

Design of Double-sided PCB for LINGAO Automotive Air-conditioning Servo Motor

ZHANG Qiu-xin

(Baoding Fu-chang Automobile Technical School, Baoding 071051, China)

Abstract: The author elaborates the pin definition and function of electrical diagram for automatic air-conditioner, introduces in details the composition principles of its servo motor control circuit; proposes to design a double-sided carbon film PCB to replace the single-sided PCB with structure defect.

Key words: air conditioning controller; sensor; servo motor; carbon film; PCB

现在国内众多主机厂都开发了自动空调, 自动空调不仅解决了手动空调控制精度不高、能耗偏高等问题, 还让操作旋钮手感差、档位感不清晰等手动空调与生俱有的瑕疵不复存在。由于采用了微机控制, 真正实现了空调的自动控制。自动空调控制的三大核心部件是: 控制器、传感器以及伺服电机。本文将在介绍汽车自动空调系统电气配置原理基础上, 具体介绍笔者在开发凌傲(长城)自动空调系统时, 针对冷暖伺服电机单面PCB板存在的结构特点, 提出设计成双面PCB板的优点及实现方法。

1 空调系统的电气配置

凌傲自动空调电气原理图如图1所示, 主要包括空调控制器(ECU)、冷暖伺服电机、模式伺服电机、内外循环伺服电机、车外温度传感器、车内温度传感器、鼓风机驱动模块、鼓风电机等。

1.1 外部电气接口说明

1) M_1 、 M_2 、 M_3 分别为冷暖伺服电机、内外循环伺服电机、模式伺服电机。内外循环伺服电机采用触点式控制方式控制; 冷暖伺服电机、模式伺服电机采用碳膜反馈方式控制。

2) M_4 为鼓风电机。 T_1 为鼓风机调速模块, 通过场效应管的栅极电压的变化来调节鼓风机电枢端电压的变化, 从而使风量可调。

3) RT_1 、 RT_2 分别为车外温度传感器和车内温度传感器, 通过对车内、车外温度的采样, 将采样

的模拟量数据转化成数字量后, 参与程序运算。运算后的结果将决定伺服电机运行的角度。

4) $B7$ 、 $B8$ 为控制器背光电源。

1.2 空调ECU功能简介

空调ECU是一种按照用户的指令去执行相应的功能的逻辑控制部件, 其功能就是将输入的信息经逻辑运算后去控制相应的执行机构, 以满足用户的需要。例如, 当用户在操作控制面板的AUTO(自动)功能按键后, ECU将执行AUTO功能(简单地说, 就是根据目前用户设定的温度, ECU通过采集室内、室外温度等相关信息, 经运算后来确定模式伺服电机、冷暖伺服电机、内外循环伺服电机的位置角度, 以及鼓风机风量大小、A/C输出信号的状态等输出信息)。凌傲自动空调采用NEC公司生产的uPD78F0537单片机作为空调ECU的微处理器(MCU), 由于篇幅有限, 本文对uPD78F0537的功能及外围电路不作详细介绍。下面主要介绍由伺服电机驱动芯片TLE4207组成的电机控制电路。

1.3 伺服电机驱动芯片TLE4207控制电路

冷暖伺服电机控制电路如图2所示, 它由集成电路TLE4207、电机 M_1 以及外围电路组成。其中集成电路TLE4207为电机驱动芯片, 它具有热保护、过电压保护和短路保护功能; TEMP_BACK为冷暖伺服电机碳膜电阻反馈端, 它通过空调ECU的A11脚与MCU芯片相连; TLE4207的第2、13脚分别与空调ECU的B9、B10脚相连; TLE4207的第6、9脚分别与空调ECU的MCU芯片相连; C_{15} 、 C_{16} 、 R_{49} 、 R_{50}

修改稿收稿日期: 2010-03-01

作者简介: 张秋新, 男, 河北保定人, 工学学士, 自动化设备工程师, 从事汽车涂装生产线电控设计及汽车空调电子产品开发设计工作。

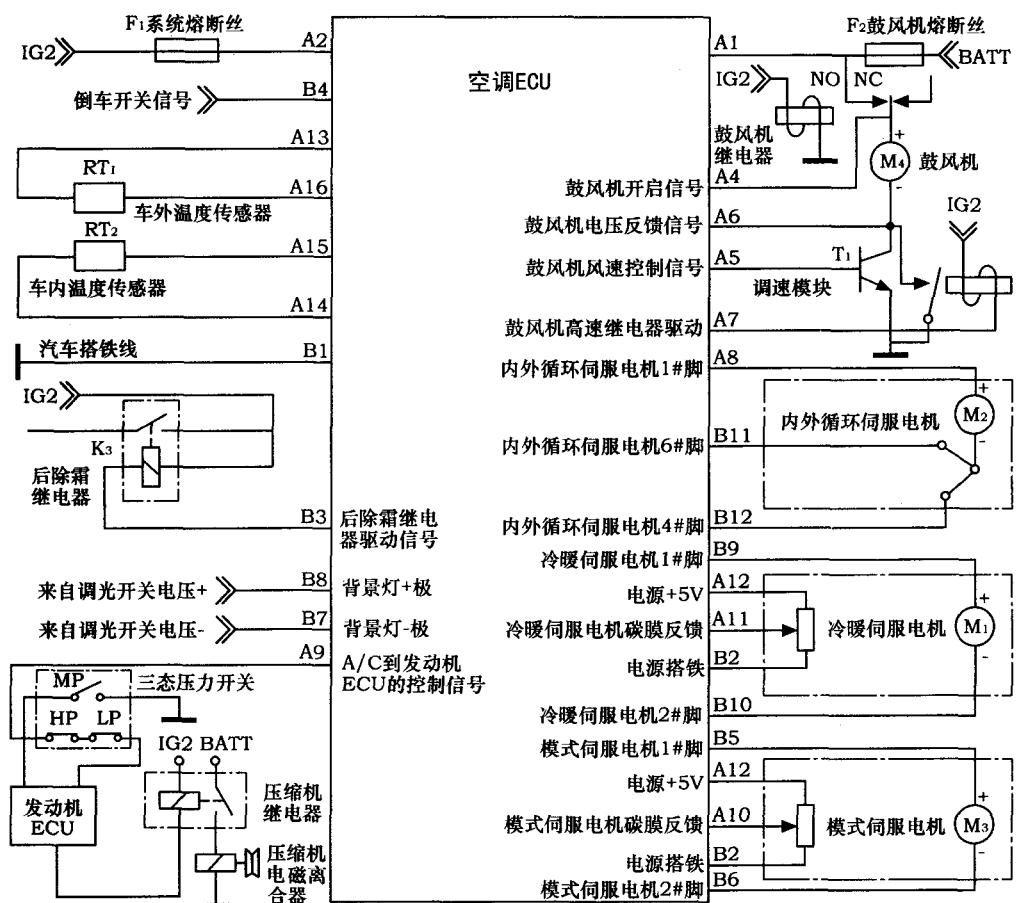


图1 自动空调ECU电气原理图

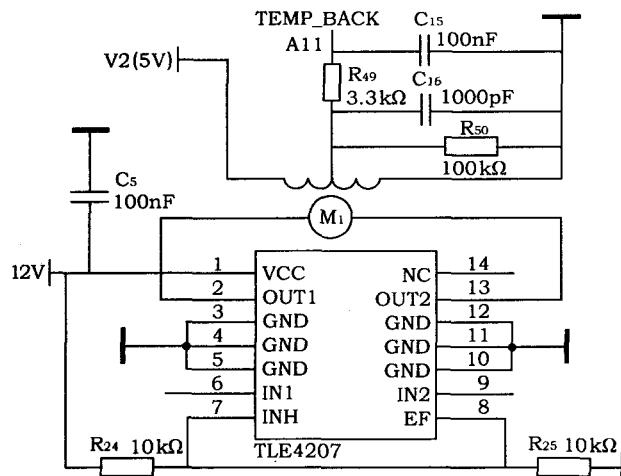


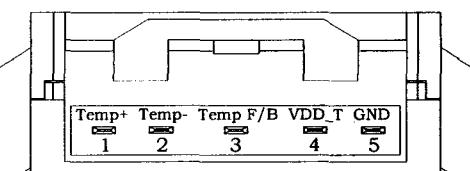
图2 空调ECU内部冷暖伺服电机驱动
芯片TLE4207控制电路图

组成阻容滤波电路，滤除干扰信号对反馈电压的影响； C_5 为IC电源去耦电容，滤除数字噪声的影响；软件采用PI算法补偿系统惯性等造成的定位误差，保证采样精度。

伺服电机插件插上，故障现象复现。对此，可以确定故障发生在冷暖伺服电机上。

对冷暖伺服电机引脚定义查看，如图3所示，发生短路造成控制器不能工作的情况只能有2种：①电机本身短路造成+12 V电源短路；②伺服电机4脚、5脚通路造成PCB板碳膜+5 V反馈电源短路。

对上述2种可能情况进行测量发现, 伺服电机4脚、5脚已形成通路, 这势必造成+5 V反馈电源短路, 使控制器不能正常工作。



引脚功能					旋向	位置点	反馈电压
1	2	3	4	5			
+12V	0	F	+5V	0	CW	A全冷	4.6V
0	+12V	F	+5V	0	CCW	B全暖	0.33V

图3 冷暖伺服电机引脚定义

2.2 冷暖伺服电机单面PCB板结构分析

冷暖伺服电机单面PCB板如图4所示，当伺服电机转到最大制热位置（根据HVAC风门实际位置测量得出碳膜反馈电压在0.33 V）时，伺服电机应该停止。但由于电机存在惯性或车辆受到颠簸，易发生电机再沿制热方向运转1°~3°的行程，这就容易导致伺服电机4脚、5脚通过PCB板上的电源搭铁与碳膜搭铁间的铜皮形成+5 V电源与电源搭铁短路，造成自动控制器无法正常工作。

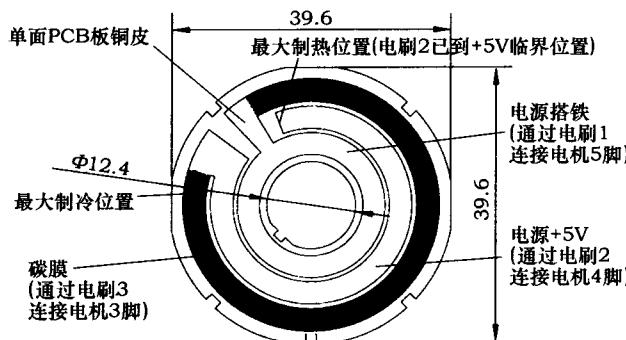


图4 冷暖伺服电机单面PCB板

2.3 冷暖伺服电机结构说明

图5所示为冷暖伺服电机内部结构，根据图3引脚定义及图4碳膜PCB板，可以得知：电机通过引脚1、2引进TLE4207输出的12 V电源使其旋转；电刷1、2、3分别接电源搭铁、电源+5 V、碳膜反馈，将碳膜反馈的电压值送到ECU中的MCU处理后来控制TLE4207的输出。

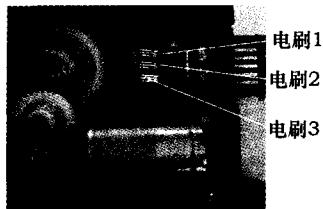


图5 冷暖伺服电机内部结构

3 分析制定解决方案

3.1 调整程序设计

根据以上出现的问题，笔者首先想到是否可以从软件上缩短伺服电机运转行程来避免发生4、5脚短路，但这要保证在最大制热位置HVAC不能漏风。随后，在程序上将TCV_100调整到100，如图6所示，这样可以使在最大制热位置时电刷2距+5 V临界位置还有3°的距离，可以保证伺服电机4、5脚不会再

```
#define Core_Eff 120
#define G_TD 2.5
#define Twate_TEVAP 80
#define TCV_0 940
#define TCV_10 800
#define TCV_30 640
#define TCV_50 480
#define TCV_70 320
#define TCV_90 160
#define TCV_100 80

将最大制热目标AD值由80调整至100
```

图6 程序上最大制热位置定义的参数

出现短路的可能。但通过带上鼓风机调试风门在最大制热位置时，发现冷暖风门未能紧闭关严，说明通过调整软件程序参数不能达到既风门关严又不发生短路的效果，最终此方案没能得以实现。

3.2 冷暖伺服电机双面PCB板设计方案

笔者经对冷暖伺服电机单面PCB板分析后发现，若将单面PCB板改成双面PCB板，如图7所示，将正面PCB板上电源搭铁与碳膜搭铁间的铜皮移至PCB板背面，并通过过孔将电源搭铁与碳膜搭铁连接，可以避免伺服电机4、5脚连接的电刷通过铜皮形成短路。如图7所示，虚线部分为PCB板背面的铜皮，圆孔为过孔。此种设计方案对比调整软件程序而言，具有伺服电机行程未改变的优点，最大限度地保证了HVAC风门角度处于最佳位置状态。

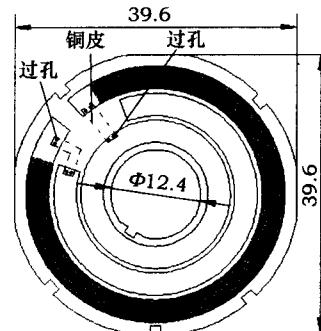


图7 冷暖伺服电机双面PCB板

3.3 双面PCB板冷暖伺服电机效果评价

伺服电机厂家根据笔者的上述设计方案进行产品变更后，本公司客户将冷暖伺服电机安装到凌傲车上，经多次路试后未出现控制器功能失效现象，同时借用这款空调系统的CH041车型也经过了多次验证，均未出现异常，证明此改进方案可以完全避免反馈电源发生短路，达到解决问题的效果。目前此种伺服电机已全部在商品车上采用。

4 结论

目前，汽车自动空调系统中模式、冷暖伺服电机大部分采用碳膜反馈式控制方式，此种伺服电机单面碳膜PCB板制作工艺简单，虽然可以在电源搭铁与碳膜搭铁间的铜皮表面进行涂绿油绝缘处理，但电刷多次在此处运动后，绿油绝缘涂层易脱落，最终导致短路现象的发生。双面碳膜PCB板制作工艺较单面板制作复杂一些，但可靠性要明显优于单面板，并且价格也不会发生多大变化，应是空调系统集成商及伺服电机厂家首选设计形式。

参考文献：

- [1] 申荣卫. 汽车电子技术[M]. 北京：机械工业出版社，2002.
- [2] 刘希恭. 国产汽车自动空调系统故障检修使用手册[M]. 北京：机械工业出版社，2006.
- [3] 麦克斯（保定）汽车空调系统有限公司. 汽车空调风门电机技术规范（内部学习资料）[Z]. 2007.

（编辑 文 珍）