

汽车喷油嘴加热模块的实验研究

郝瑞东, 孙 健, 武春春
(苏州洲扬电子有限公司, 江苏 苏州 215200)

摘要: 乙醇燃料是含氧燃料, 无毒且对环境无危害, 蒸发潜热高, 发动机燃用乙醇可以实现无烟排放, 并能大幅度降低CO排放。乙醇的汽化潜热大, 理论空燃比下的蒸发温度大于常规汽油, 但乙醇汽车存在启动难的问题。针对以乙醇为燃料的汽车难以启动的问题, 提出了一种体积小、控制精确、制造成本低的汽车喷油嘴加热模块, 并详细介绍了该汽车喷油嘴加热模块的工作原理, 利用TestStand软件测试了喷油嘴加热模块的输入电流、输入端与输出端的频率和占空比、Feedback端与Heater端的电压等, 模拟了乙醇汽车喷油嘴加热助启动实验。实验研究结果表明: 喷油嘴加热模块能有效地帮助乙醇汽车启动, 并且具有广阔的推广应用前景。

关键词: 乙醇燃料; 汽车喷油嘴加热模块; 发动机控制单元

中图分类号: TK467.2; U461.2; TH39

文献标志码: B

文章编号: 1001-4551(2012)09-1116-03

Experimental research of automobile fuel injector heating module

HAO Rui-dong, SUN Jian, WU Chun-chun
(Suzhou Zeontech Electronics Co. Ltd., Suzhou 215200, China)

Abstract: Ethanol fuel is oxygenated fuel, non-toxic, no harm to environment, high heat of vaporization, engine fueled with ethanol could achieve smokeless discharge, and could significantly reduce the emission of CO. Ethanol vaporization latent heat, theoretical air-fuel ratio under the evaporation temperature is greater than that of conventional gasoline, but not easy to start. Aiming at the problems that ethanol fuel car is difficult to start, an automobile fuel injector heating control device of small size, precise control, low manufacture cost was provided, and the working principle of the automotive injector heating module was introduced in detail, and teststand software was used to test the nozzle heating module of the input current, input and output frequency and duty cycle, Feedback-pin with Heater voltage drop, and the ethanol car nozzle heating help start experiment was simulated. The experimental results show that nozzle heating module can effectively help the ethanol vehicle start, and has broad application prospects.

Key words: ethanol fuel; automobile fuel injector heating module; engine control unit(ECU)

0 引 言

随着汽车工业的飞速发展, 汽车尾气排放大量的有害物对人类赖以生存的大气环境造成了严重污染。汽油为燃料的汽车排放的污染物主要来源于内燃机^[1], 其有害成分包括: 一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)、硫化物(SO_x)以及微粒物质(铅化物、碳烟、油雾等)等; 其中CO、HC和NO_x是汽车污染控制的主要成分^[2]。

新能源乙醇作为内燃机代用燃料有以下优点: ①辛烷值高(110左右), 可以代替目前正在使用的无铅抗爆添加剂甲基叔丁基醚。乙醇无毒, 对环境无危害,

而甲基叔丁基醚则被怀疑会影响污染地下水和致膀胱癌等; ②乙醇是含氧燃料, 蒸发潜热高, 发动机燃用乙醇可以实现无烟排放, 并能大幅度降低CO排放, 同时HC与NO也可以有不同程度的降低; ③火花点火发动机可以燃用纯乙醇或乙醇和汽油的混合燃料^[3]。

新能源乙醇拥有这些优点, 但是现在没有助燃措施, 直接导致了乙醇汽车启动困难。现有技术存在如下缺陷: 无法依靠自动化装置控制汽车喷油嘴的温度, 喷油嘴由共轨油管供应燃油。喷油嘴的开启时间由发动机管理单元(ECM)获取的输入信号决定, 这些输入信号来自于各种传感器, 不易控制, 造成启动怠速不稳, 机脚胶在震, 油耗高, 启动困难^[4]。

收稿日期: 2012-01-05

作者简介: 郝瑞东(1976-), 男, 江苏苏州人, 主要从事汽车电子方面的研究。E-mail: raymond.hao@zeontech.com

为了实现乙醇汽车的快速稳定启动,减少油耗,本研究提出了一种在原喷油嘴上加入加热控制装置的助燃方法。采用该方法后,一方面,喷油嘴加热控制装置体积小、启动快速稳定、制造成本低;另一方面,可以减少环境污染。

1 喷油嘴加热控制装置工作原理及结构

喷油嘴加热控制装置的主要技术包括:脉冲宽度调制PWM技术、反馈装置、加热装置。装置的工作原理图如图1所示,左边是发动机管理单元,右边是喷油嘴加热控制装置。

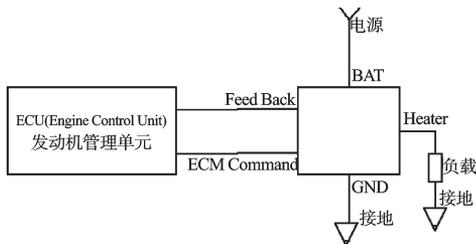


图1 喷油嘴加热装置工作原理图

本研究采用喷油嘴加热控制技术,该喷油嘴加热控制装置ECM Command端从发动机控制单元ECU (Engine Control Unit)^[5]接受脉冲宽度调制(PWM)脉冲,通过反馈装置,同时也能从Heater端输出一个对应的PWM脉冲波形,通过控制PWM的脉冲宽度和时间来控制加热温度,同时发动机管理单元ECU从喷油嘴加热控制装置Feedback端读取反馈电压来判断系统是否正常加热,从而帮助汽车快速稳定启动,可大幅提高燃料经济性和减少污染排放^[6]。

2 实验平台与结果

2.1 硬件介绍

本研究的硬件主要采用了NI PXI-6733,NI PXI-5112、NI PXI-4070、NI TB-2641,并在此基础上搭建了测试电路。

(1) NI PXI-6733。NI PXI-6733是高速模拟输出模块,性能优越可靠,它提供了8路模拟输出通道,每条通道的信号传输速度达1 MS/s,拥有16位分辨率以及数字触发。实验研究中,利用PXI-6733的一路通道控制三极管基极的触发。

(2) NI PXI-5112。PXI-5112是数字示波器采集模块,其具有两路8位垂直分辨率的模拟输入通道,最高实时采样率为100 MS/s。本研究通过设置PWM的脉宽和占空比,利用NI PXI-5112采集ECM Command端的信号,从而检查PWM波形是否正确。

(3) NI PXI-4070。NI PXI-4070是6位半数字万用表(DMM)和300V数字化仪NI PXI-4070 FlexD-

MM。本研究主要利用它来测量Feedback端的电压与PWM波上升沿及下降沿的电压等参数。

(4) NI PXI-2533。NI PXI-2533的高密度固态继电器(SSR)矩阵模块将256个交叉点纳入了轻巧的单槽、3U PXI组成结构。NI TB-2633前置式接线盒,可帮助将信号连接至PXI-2533。实验中主要将三极管的发射极Triade C通过PXI-2533与ECM command相连接,喷油嘴加热控制装置的温度加热到理想值后将Triode C通过PXI-2533与ECM command断开,实现自动化控制^[7]。

2.2 软件介绍

本研究实验平台的上位机采用了NI的TestStand软件。NI TestStand是可立即执行的测试执行管理软件,用于组织、控制和执行您的自动化原型设计、验证或制造测试系统^[8]。实验研究利用TestStand软件测试喷油嘴加热控制装置的PWM波的输入电流、频率、占空比、Feedback端电压等测试项目。

2.2.1 输入电流的测试

在TestStand中,本研究将ECMCommand端与PXI-4070的DMM_A_Hi连接,将PXI-4070的DMM_Lo接地,测量ECMCommand端对地的输入电流。喷油嘴加热装置输入电流测试连接图及电路图如图2~3所示。

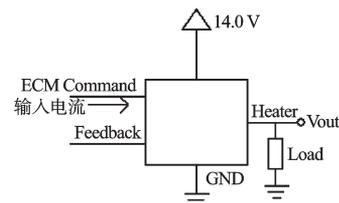


图2 喷油嘴加热装置输入电流测试连接图

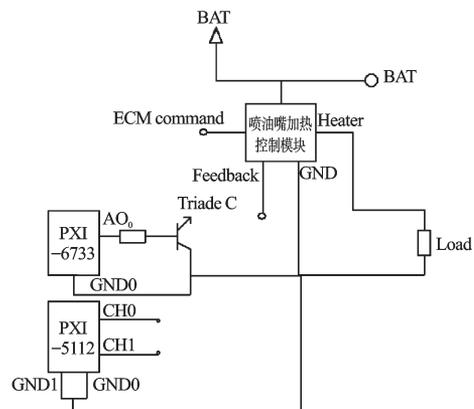


图3 喷油嘴加热控制模块测试电路图

2.2.2 电压降测试

在TestStand中,本研究将Heater端与PXI-4070的DMM_V_Hi连接,PXI-4070的DMM_Lo和ECMCommand都与地相连接,测量Heater端的电压,电路图如图2~3所示。

2.2.3 输入与输出频率,输出端与输入端的占空比测试

本研究在 TestStand 程序中将 NI PXI-5112 的 CH0 与 Heater 端相连接,从 ECMCommand 端发送一个 18 Hz, 占空比 50% 的 PWM 波,从 Heater 端读出频率与占空比。测量电路如图 4 所示。

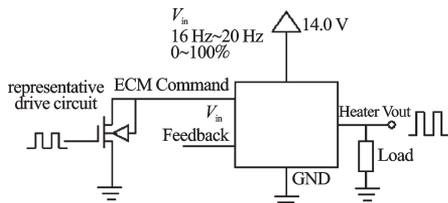


图 4 利用普通光耦 6713 测量频率与占空比电路图

2.2.4 Feedback 端电压测试

在 TestStand 中,本研究将 Feedback 端与 PXI-4070 的 DMM_V_Hi 连接,将 ECMCommand 和 PXI-4070 的 DMM_Lo 都与地相连接,测量 Feedback 端电压,测量电路如图 2~3 所示。

2.3 实验过程与结果

本研究模拟乙醇汽车喷油嘴加热启动的实现平台如图 3 所示。喷油嘴加热控制装置的 ECMcommand

端与三极管的发射极的 Triade C 端通过 NI PXI-2533 配置的 4×64 1 线矩阵连接^[9],相当于汽车启动时。喷油嘴加热控制装置的温度加热到理想值后将 Triade E 通过 PXI-2533 与 ECM command 断开,即乙醇汽车启动成功,实现自动化控制。喷油嘴加热控制装置的 Heater 端通过 PXI-5114 来检查 PWM 波形是否正确。

本研究利用万用表 PXI-4070 测量 Feedback 端的电压。以 10 个喷油嘴加热控制装置为例,该实验测试了输入电流、下降沿的电压、喷油嘴加热控制装置的频率与占空比,Feedback 端在 90 A 时的电压。其测试结果如图 4 所示。

通过将测试结果与理论相比较,证明实验结果是比较理想的。本研究给喷油嘴加热模块的 PWM 信号是 18 Hz,占空比 50% 的波形。实验数据如表 1 所示。表 1 中测量的 10 个模块的 Heater 端输出频率也接近于 18 Hz 左右,占空比近似于 50%,如第一架模块的输出频率为 17.988 593 02 Hz,占空比为 49.816 339 6%。这与输入的 PWM 波近似。表 1 中测得的数值在限值范围内,说明该模块是合格的,可以用于汽车喷油嘴助启动。

表 1 10 个喷油嘴加热控制模块各项测试数据表

SN	Input current /A	Voltage drop /V	Output PWN VS Input PWM Frequency /Hz	Output PWN VS Input PWM Duty Cycle /(%)	Measure Feed Back at 90 A/V	Result
limits	0~0.25	0~4	17.9~18.1	49~51	2.64~3.8	
1	0.013 232 162	2.627 454 758	17.988 593 02	49.816 339 6	3.103 268 623	pass
2	0.013 244 466	2.581 071 854	17.991 916 4	50.138 754 77	3.131 389 141	pass
3	0.013 273 958	0.013 273 958	17.997 024 33	49.946 154 77	2.990 040 064	pass
4	0.013 297 44	2.969 108 582	17.996 082 18	49.857 863 92	2.968 451 977	pass
5	0.013 240 97	2.604 561 806	18.032 189 23	49.938 082 46	3.122 375 25	pass
6	0.013 248 729	2.585 980 415	17.989 613 86	50.067 916 99	3.128 320 217	pass
7	0.013 261 705	2.985 323 906	17.988 963 72	49.365 503 64	2.968 243 122	pass
8	0.01 3 273	2.978 116 035	18.018 245	49.996 675 07	3.040 950 06	pass
9	0.013 238 129	2.609 878 54	17.986 453 1	49.790 323 33	3.065 565 586	pass
10	0.013 243 774	2.582 683 563	17.988 362 2	49.896 849 4	3.151 159 525	pass

3 结束语

通过对乙醇汽车引擎喷油嘴加热控制装置的 PWM 波的输入电流、频率、占空比、Feedback 端电压的测试,本研究模拟了乙醇为燃料的汽车助启动的实验。实验中,发动机控制单元(ECU)发送 PWM 控制信号给喷油嘴加热模块,通过调节 PWM 的频率与占空比来控制加热的温度,达到了快速、稳定地启动。在实际应用中,该技术成果具有较为重要的价值。

参考文献(References):

[1] 夏刚强. 浅析汽车尾气[J]. 汽车运用,2008(2):33.
 [2] 尹香琴. 汽车尾气污染与危害[J]. 实用科技,2009(5): 266.
 [3] 欧阳明高. 汽车新型能源动力系统技术战略与研发进展 [J]. 内燃机学报,2008,26(S1):107-114.

[4] 彭红涛,李 峥,朱 禹,等. 关于我国新能源汽车的发展现状和一些思考[J]. 汽车科技,2009(5):1-4.
 [5] 刘玉珍,冀常鹏. 基于 CAN bus 的汽车发动机智能电子控制器研究[J]. 现代电子技术,2005(4):7-9.
 [6] 魏春源. BOSCH 汽车工程手册[M]. 北京:北京理工大学出版社,2009.
 [7] 秦大同,舒 红,胡建军,等. 轻度混合动力汽车性能仿真及动力系统参数匹配研究[J]. 机械工程学报,2004,40(2):78-82.
 [8] MILLER J R. Development of Equivalent Circuit Models for Batteries and Electrochemical Capacitors [C]// Battery Conference on Applications and Advances, The Fourteenth Annual. Long Beach: Institute of Electronics Engineers Incorporated, 2005.
 [9] PALMA L, ENJETI P, HOWZE J W. An Approach to Improve Battery run-time in Mobile Applications with Super-capacitors [C]// IEEE 34th Annual Power Electronics Specialists. Acapulco:[s.n.],2003: 918-923. [编辑:李 辉]