DOI:10. 19471/j. cnki. 1673-6397. 2023. 01. 009

汽油车排放检验机构尾气净化系统开发

黄万友[1],谷成婕[1],张文广[2],谭世威[1],邹于建[1],于明进[1*],唐向臣[2]
1. 山东交通学院 汽车工程学院,山东 济南　250357;2. 山东新凌志检测技术有限公司,山东 济南　250000

摘要:为降低汽油车在排放检测过程中的尾气排放,设计一种应用于汽油车排放检验机构的尾气净化系统。基于尾气净化系统功能设计机械结构和尾气净化后处理系统,基于 XE164FN 单片机芯片设计硬件电路,基于 Keil 软件设计程序并进行调试,对设计的尾气净化系统的净化效果进行试验验证。结果表明:尾气净化系统具有良好的净化效果,CO、HC、NO_x 的净化效率均超过 83%。该净化装置可以有效解决汽油车在检测过程中的污染物排放,保护环境。

关键词:尾气净化系统;测控系统;净化效率;汽油车排放检验机构
中图分类号: X734. 2　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1673-6397(2023)01-0051-08
引用格式:黄万友,谷成婕,张文广,等. 汽油车排放检测机构尾气净化系统开发[J]. 内燃机与动力装置,2023,40(1):51-58.
HUANG Wanyou, GU Chengjie, ZHANG Wenguang, et al. Development of exhaust gas purification system for gasoline vehicle emission inspection institutions[J]. Internal Combustion Engine & Powerplant, 2023,40(1):51-58.

0　引言

随着我国机动车保有量的持续增加,全国汽车环保定期检验量直线上升,机动车排放检验机构数量随之增加,这些检测机构基本都建立在市区,机动车在排放检测过程中会产生一定废气,形成固定污染源,目前多通过采用抽排系统抽取废气至大气中的方法处理这类固定废气[1-3]。有学者设计了一种废气收集净化处理装置处理汽车尾气,但多为机械结构设计,涉及的净化方式主要包括通过活性炭过滤组件进行颗粒物的过滤及废气的吸附、通过喷洒催化剂完成空气净化[4]、通过尾气电解吸收池完成尾气吸收处理[5]等,但净化效率不高。净化技术是尾气净化系统的核心,目前治理汽车尾气排放的控制技术主要有前处理净化技术、机内净化技术和机外净化技术 3 种[6]。机外净化技术是指利用安装在发动机外的净化设备对废气进行净化处理,技术成熟、净化效率高,应用广泛。降低汽车尾气中 CO、HC、NO_x 污染物排放的机外净化关键技术主要有降低 CO、HC、NO_x 排放的三效催化转换器(threeway catalyst converter, TWC)技术、降低 HC 和 CO 排放的氧化催化转化(diesel oxidation catalytic,DOC)技术[7]、降低 NO_x 排放的选择性催化还原(selective catalytic reduction,SCR)技术[8]及 NO_x 存储-还原(NO_x storage reduction,NSR)技术[9],TWC 技术只有在理论空燃比为 14.7 的狭窄范围内才能达到最高转化效率[10],工作条件具有一定局限性。集成的机外净化技术比单一机外净化技术对排放物转化效果更好[11-12],国内外研究机构在机外净化技术及机外净化技术的组合应用上已开展了广泛的研究[13]。随着稀薄燃烧技术的广泛应用,

收稿日期:2022-05-27
基金项目:山东省交通科技创新计划项目(2020B94);山东省高等学校"青创科技支持计划"团队项目(2021KJ039)
第一作者简介:黄万友(1983—),男,山东淄博人,工学博士,副教授,主要研究方向为汽车测控技术,E-mail:huangwanyou2005@163.com。
*通信作者简介:于明进(1964—),男,山东临沂人,工学硕士,二级教授,主要研究方向为汽车测试技术,E-mail:shdymj@163.com。

汽油车机外净化技术可以借鉴后处理催化装置组合的技术路线。

本文中基于机外净化技术路线,设计一种高效的汽油车排放检验机构尾气净化系统,降低汽油车在排放检测过程中的尾气污染物排放,保护环境。

1 尾气净化系统机械结构设计

为实现汽油车尾气收集及高效净化,尾气净化系统应具有以下功能:收集气体,净化 CO、HC、NO_x 3 种污染气体,加热气体至催化反应所需温度,实时检测温度及 NO_x 浓度,连接各独立装置。

1.1 尾气净化技术路线

尾气净化系统的核心结构为尾气净化后处理系统,用于净化尾气排放中的 CO、HC 和 NO_x。尾气净化主要有 2 条技术路线:DOC-SCR-氨逃逸催化器(ammonia slip catalyst,ASC)和 NSR-DOC。

1.1.1 DOC-SCR-ASC

当 DOC 装置位于 SCR 装置之前,将 NO 氧化为 NO_2,有利于加速 SCR 装置中 NH_3 与 NO_2 反应,提高 SCR 装置催化效率。因此,可按照 DOC 装置、SCR 装置的先后顺序组合安装,依次净化 CO、HC、NO_x。SCR 技术需使用尿素水溶液作为 NH_3 来源,因此该技术路线中还应包含尿素喷射系统,通过控制尿素喷射系统的尿素喷射,使 NH_3 逃逸量较少,但无法保证 NH_3 逃逸量为 0,因此应加装 ASC 装置,净化 SCR 装置中未反应的 NH_3。相关化学反应式为:

$$CO+O_2 \longrightarrow CO_2, \tag{1}$$

$$H_mC_n+O_2 \longrightarrow H_2O+CO_2, \tag{2}$$

$$CO(NH_2)_2+H_2O \longrightarrow CO_2+2NH_3, \tag{3}$$

$$4NO+4NH_3+O_2 \longrightarrow 4N_2+6H_2O, \tag{4}$$

$$6NO+4NH_3 \longrightarrow 5N_2+6H_2O, \tag{5}$$

$$6NO_2+8NH_3 \longrightarrow 7N_2+12H_2O, \tag{6}$$

$$2NO_2+4NH_3+O_2 \longrightarrow 3N_2+6H_2O。 \tag{7}$$

1.1.2 NSR-DOC

富氧条件下,DOC 装置可以实现 CO 和 HC 的净化,NSR 装置可以实现 NO_x 的净化,相关化学反应式为:

$$2NO+O_2 \longrightarrow 2NO_2, \tag{8}$$

$$4NO_2+2BaO+O_2 \longrightarrow 2Ba(NO_3)_2, \tag{9}$$

$$2BaO+4NO+O_2 \longrightarrow 2Ba(NO_2)_2, \tag{10}$$

$$Ba(NO_2)_2+O_2 \longrightarrow Ba(NO_3)_2。 \tag{11}$$

NSR 技术在富氧条件下完成 NO_x 存储反应,以硝酸盐的形式存储,随着硝酸盐不断累积,应定期进行 NSR 装置再生,延长 NSR 装置的使用寿命。当前、后氮氧传感器检测得到的 NO_x 转化率明显降低时,说明需要进行 NSR 装置再生,使 NO_x 从硝酸盐中脱附出来,提高 NO_x 的转化率。

为实现 NSR 装置再生,本文中设计燃油喷射系统和压缩空气供给系统。通过驱动燃油喷射系统向 NSR 装置喷油,使 NSR 装置处于缺氧环境,还原性气体来源于燃油与催化剂的反应,使 NO_x 发生还原反应从硝酸盐中脱附出来,生成 N_2,相关化学反应式为:

$$2Ba(NO_3)_2 \longrightarrow 2BaO+4NO_2+O_2, \tag{12}$$

$$2NO_2+4CO \xrightarrow{Pt/Rh} N_2+4CO_2, \tag{13}$$

$$10NO_2+8HC \xrightarrow{Pt/Rh} 5N_2+8CO_2+4H_2O, \tag{14}$$

$$BaO+CO_2 \longrightarrow BaCO_3。 \tag{15}$$

若未反应的还原性气体 CO、HC 直接排入大气会再次造成环境污染,因此需要压缩空气供给系统同时向 DOC 装置通入压缩空气,使 DOC 装置处于富氧环境中,净化未反应的 CO 和 HC。因此在进行机械

结构设计时,考虑到 NSR 再生,NSR 装置应置于 DOC 装置前方。

综上,DOC-SCR-ASC 和 NSR-DOC 技术在理论上都适于作为尾气净化后处理系统的净化技术路线,本文中将通过试验检验 2 种技术路线的净化效果。

1.2　总体结构

尾气净化系统总体结构主要包括流量测量系统、电加热器、尾气净化后处理系统和连接管道,管道按排放尾气流向依次连接流量测量系统、电加热器和尾气净化后处理系统,流量测量系统主要包括风机和气体流量测量单元,用于抽集排放尾气和测量气体流量;电加热器用于将流量测量系统抽集的尾气加热至尾气净化催化装置催化反应所需的温度;尾气净化后处理系统由催化后处理装置组合而成,用于净化加热后的排放尾气,尾气净化后处理系统中还安装有氮氧传感器和温度传感器,实时检测排放尾气中 NO_x 浓度和排放尾气温度,并将 NO_x 浓度信号和温度信号传送至控制单元。尾气净化系统总体结构示意如图 1 所示。

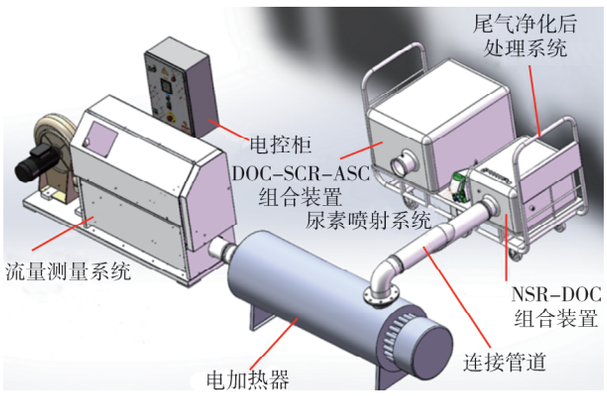


图 1　尾气净化系统总体结构示意图

尾气净化系统主要部件为:1)ZRQD-60 管道加热器,工作电压为 380 V,功率为 60 kW;2)NSR-DOC 型尾气净化后处理设备,长、宽、高分别为 600、500、500 mm;3)DOC-SCR-ASC 型尾气净化后处理设备(含尿素喷射系统),长、宽、高分别为 840、630、635 mm;4)5WK97103 型氮氧传感器,4 个;5)JLC-PT200 温度传感器,5 个;6)连接管道为波纹管,可以耐温 400 ℃。

各传感器安装位置为:1)在 NSR-DOC 型尾气净化后处理系统中,氮氧传感器分别安装于 NSR 装置前、DOC 装置后,主要用于检测 NSR 装置是否需要再生,温度传感器分别安装于 NSR 装置前、DOC 装置后;2)在 DOC-SCR-ASC 型尾气净化后处理系统中,氮氧传感器分别安装于 DOC 装置前、ASC 装置后,温度传感器分别安装于 DOC 装置前、SCR 装置前、ASC 装置后,尿素喷射系统根据 DOC 装置前 NO_x 浓度、SCR 前温度传感器温度、排气流量信号等控制尿素喷射量。

2　尾气净化系统测控系统设计

2.1　硬件设计

2.1.1　单片机最小系统电路

选用 XE166 衍生系列中的典型单片机——XE164FN 单片机,单片机最小系统电路包括 XE164FN 单片机芯片电路、电源电路、晶振电路、复位电路、程序下载电路等,其中,联合测试工作组(joint test action group,JTAG)接口常用于对元器件在线编程,本文中选用 JTAG 程序下载电路。

2.1.2　供电系统电路

供电系统电路模块为贴装在主控板上的电源供应器,主要为其他电路模块供电。单片机芯片电路和部分电路模块工作电压为 5 V,因此选择固定输出电压为 5 V 的降压型开关电源芯片 LM2596-5.0;热电偶电路模块 MAX31855 芯片电路工作电压为 3.3 V,因此选择降压型芯片 TLE4274-3.3。

2.1.3　通信电路

为实现各硬件部件之间的通信,设计通信电路。

1)控制器局域网络(controller area network, CAN)通信电路

本文中基于 TJA1040 芯片设计 CAN 通信电路,CAN 通信电路用于采集氮氧传感器信号,电路如图 2 所示。本文中设置 1 个备用的 CAN 通信电路,当需要驱动尿素喷射系统喷射尿素时,尿素泵工作由 CAN 控制。引脚 8 为模式选择引脚,在低电平时为正常模式,高电平时为待机模式,正常模式时通过总线

CANL 和 CANH 发送和接收数据。

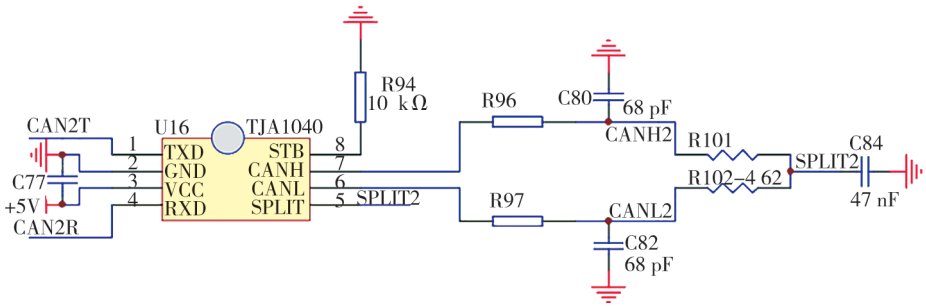


图 2 CAN 通信电路

2)RS-232 通信电路

设计 RS-232 通信电路,以实现上、下位机之间的通信,其通信电路设计如图 3 所示,其中 RXD 引脚和 TXD 引脚分别用于串口数据输入和输出,RS-232 采用负逻辑电平传输,单片机电平标准为 TTL 电平,两者电平标准不同,本文中选用 MAX232 芯片电路,进行电平转换。

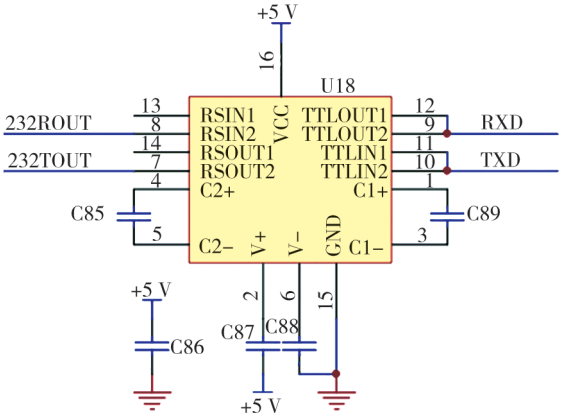
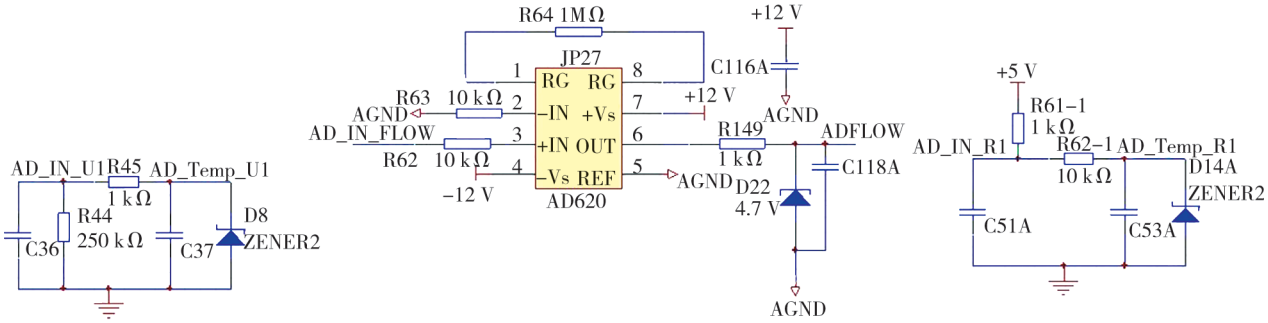


图 3 RS-232 通信电路

2.1.4 信号处理电路

单片机系统需要处理流量测量系统测量的流量信号、电加热器温度输出信号(4~20 mA 电流信号)及铂热电阻传感器的电阻信号,由于单片机系统只能处理数字信号,仅能识别高、低电平,要实现单片机数字系统对模拟信号检测、运算及控制,需完成模拟信号向数字信号的转化。各传感器将采集的模拟信号转化为电模拟信号,如电压信号、电流信号,由于单片机系统仅对 0~5 V 的电压模拟信号接收和处理,因此模拟信号处理电路还需将不同等级的电压、电流模拟输入信号转化为 0~5 V 电压信号。4~20 mA 电流、热电阻、流量模拟信号采集处理电路如图 4 所示。基于 AD620ARZ 芯片设计流量信号采集处理电路,能够放大微弱信号,引脚 1 和 8 连接电路中外接电阻 R64,由外接电阻决定放大倍数,放大倍数 $G \approx 1.05$。图 4a)为 4~20 mA 电流处理电路,R44 的电阻为 250 Ω,AD_Temp_U1 对应输出电压为 1~5 V,D8 为稳压二极管,当电流在大范围内变动时也能保持不变,起到限压保护作用;图 4c)为热电阻信号采集电路,铂热电阻温度传感器输入的电模拟信号为电阻信号,输出为电压信号。由于电加热器包括 2 路温度输出信号(4~20 mA 电流信号),因此设置 2 个 4~20 mA 电流处理电路,尾气净化系统包括多个铂热电阻温度传感器,本文中预设了 6 路热电阻信号采集模块电路。



a)电流处理电路 b)热电阻处理电路 c)热电阻信号采集电路

图 4 模拟量信号处理电路

基于 HCPL0600 光电耦合器芯片设计输出脉冲信号处理电路,解决脉冲干扰。基于 MCP4922、LM258 芯片设计 D/A 转换模块电路,LM258 芯片可以将 MCP4922 芯片电路输出电压 0~2.5 V 放大为 0~10 V,由于电压模拟信号进行长距离传输时出现电压衰减现象,应将电压信号转变成电流信号,提高传输精度。

2.1.5　驱动电路

驱动电路主要应用于 NSR 再生过程中,用于控制燃油喷射系统中的喷油器喷油和控制压缩空气供给系统中电磁阀的开启、关闭。

1)喷油器驱动电路

基于 TLE6220 芯片设计喷油器驱动电路,如图 5 所示,引脚 9、2、19、12 分别与单片机引脚 45、46、47、48 相连,用于控制 Injector_Out1 引脚、Injector_Out2 引脚、Injector_Out3 引脚和 Injector_Out4 引脚喷油信号输出,以此控制 4 个喷油器喷油。

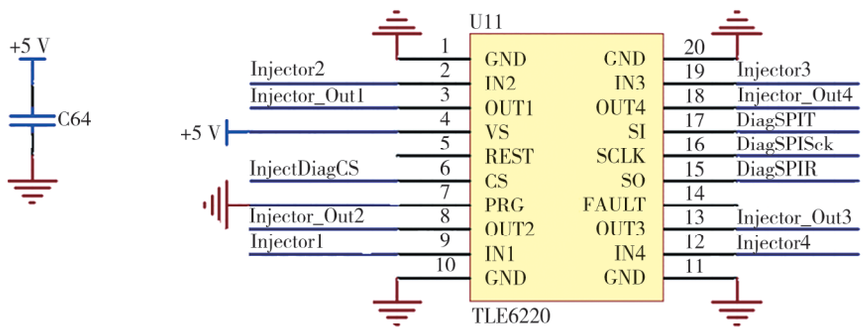


图 5　喷油器驱动电路

2)继电器及电磁阀驱动电路

尾气净化系统中包括继电器,如汽油泵工作时,需要给汽油泵继电器上电,控制其开、关。尾气净化系统中还包括电磁阀,如安装于压缩空气供给管道上的电磁阀,通过控制其开启、关闭实现压缩空气的通、断,本文中基于 TLE6232 芯片设计继电器及电磁阀驱动电路。

2.2　软件设计

硬件电路中各模块功能的运行需要编写软件程序来控制实现,尾气净化系统软件设计能保证尾气净化系统净化功能的实现,同时保证净化过程的流畅性和直观性。

2.2.1　净化程序

尾气净化系统净化程序设计流程图如图 6 所示。尾气净化系统控制逻辑为:在上位机显示界面完成待净化车辆信息登记,进行环检车辆排放尾气净化,上位机向下位机发送启动流量测量系统抽集排放尾气命令,下位机控制执行机构流量测量系统执行流量抽集和测量,下位机不断采集稀释排放尾气的流量及 NO_x 浓度信号,将信号转换为上位机识别的数据并在上位机界面显示,上位机根据下位机传来的排放尾气温度状态信号,向下位机发送启动电加热器加热命令,控制电加热器加热气体至设定温度,电加热器加热气体需要预热时间,预热过程中尾气净化效果较差,因此,应在电加热器加热抽集的气体至设定温度并维持当前的加热功率状态下进行汽油车排放检测,汽油车排放检测前加热的气体为外界空气,检测时加热的气体为排放尾气。在进行加热温度设定时,由于各催化装置所需的

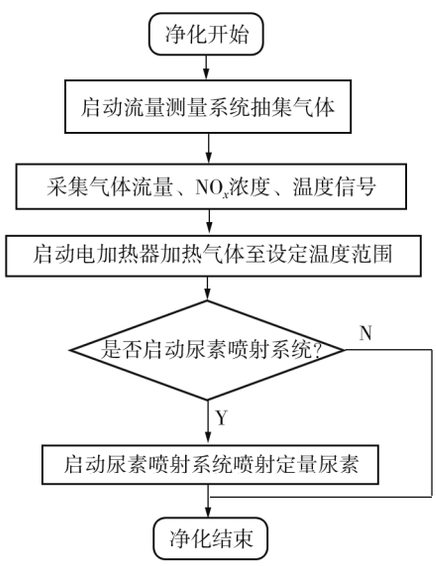


图 6　尾气净化系统净化程序设计流程图

催化反应温度存在差异,为保证尾气净化系统的净化效果,应保证各催化装置均达到最低催化反应温度,因此,采用 DOC-SCR-ASC 和 NSR-DOC 路线时,分别根据 SCR 前温度传感器所测温度(不低于 250 ℃)、NSR 前温度传感器所测温度(不低于 230 ℃)控制电加热器加热温度,保证尾气净化后处理系统整体处于有效催化净化温度。加热过程中,电加热器通过判断 2 个温度传感器所测温度是否符合设定温度控制加热量。试验中,为满足催化装置催化反应温度要求,选择温度为 280 ℃完成尾气净化系统净化效果验证。选择 DOC-SCR-ASC 技术路线时,需要尿素喷射系统向 SCR 装置中喷射尿素,尿素喷射量由稀释排放尾气流量、NO_x 浓度和进入 SCR 装置前的排放尾气温度决定,NSR-DOC 无需此步骤,车辆完成排放检测工作后,净化工作结束。

2.2.2 NSR 再生程序设计

NSR 再生程序设计流程如图 7 所示。NSR 装置再生流程控制逻辑为:启动流量测量系统抽取少量的空气,启动电加热器将空气加热至 230~360 ℃,保证 NSR 再生和 DOC 催化反应所需的高温条件,启动燃油供给系统向 NSR 装置喷油,同时启动压缩空气供给系统向 DOC 通入压缩空气,下位机不断采集来自 N_2 传感器的再生后排放尾气中的 N_2 体积分数信号,并传送至上位机,NO_x 脱附还原为 N_2 至脱附还原结束的过程中,N_2 体积分数先升高后降低,当降低至与初始环境中的 N_2 体积分数相近并保持恒定状态时,NO_x 脱附还原结束,即再生过程结束。

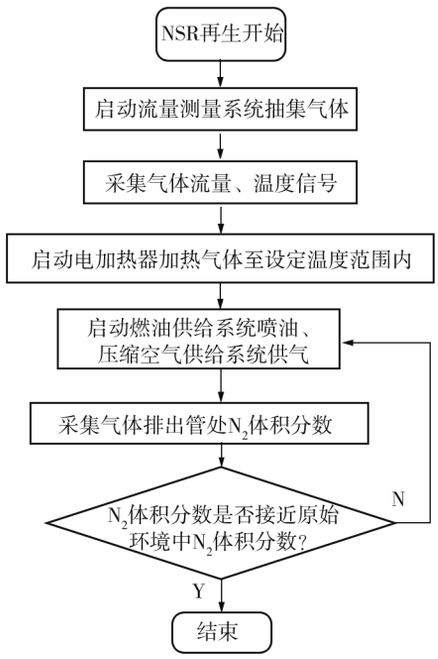


图 7 NSR 再生总程序设计流程图

3 尾气净化系统净化效果试验验证

3.1 试验台搭建及试验方案

试验台主要由排放底盘测功机、净化试验车辆、尾气净化系统、气体分析仪、供电箱组成,试验台简图如图 8 所示。

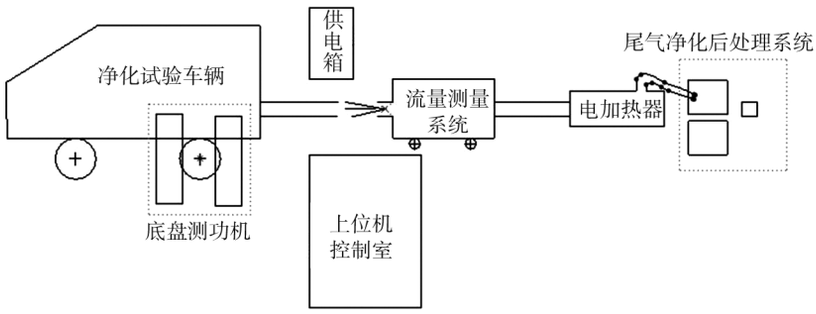


图 8 净化试验台简图

待净化试验车辆行驶至底盘测功机,将流量测量系统集气管对准净化试验车辆排放管一定距离,设定合适的稀释排气流量、加热温度(SCR 前温度传感器所测温度、NSR 前温度传感器所测温度),按照文献[14]规定鼓风机的体积流量应控制为 6~12 m^3/min,气体流量分析仪中稀释排气体积流量应不小于 2 m^3/min,在完成稀释排气体积流量为 7 m^3/min 的温升试验基础上,优先设定温度为 280 ℃,稀释排气体积流量为 7 m^3/min;稀释排气流量为 7 m^3/min 能满足所有车型净化要求,确保汽油车尾气完全被收集;启动尾气净化系统。使用 DOC-SCR-ASC 技术路线的尾气净化系统净化时,尿素喷射系统在温度高于 180 ℃时,根据排气流量、温度及 NO_x 浓度等信号喷射定量尿素,当加热温度达到设定温度时,由 1 名

驾驶经验丰富的驾驶员,按照文献[14]相关试验要求,严格遵循简易瞬态工况法运转循环驾驶净化试验车辆。在进行完多组尾气净化系统净化试验后,计算出各污染物的转化率,取平均值作为最终检测结果。污染物的转化率

$$C = \frac{(a_1 - a_2)}{a_1} \times 100\% ,$$

式中:a_1 为净化前污染物排放,g/km;a_2 为净化后污染物排放,g/km。

3.2　尾气净化系统净化效果试验验证

3.2.1　DOC-SCR-ASC 型尾气净化系统

DOC-SCR-ASC 型尾气净化系统经过尾气净化试验,计算得到 3 种汽油车尾气污染物 CO、HC 和 NO_x 的转化率,CO 转化率为 91.78%,HC 的转化率为 83.30%,NO_x 转化率为 91.67%。

3.2.2　NSR-DOC 型尾气净化系统

NSR-DOC 型尾气净化系统经过尾气净化试验,计算得到 3 种汽油车尾气污染物 CO、HC 和 NO_x 的转化率,CO 转化率为 88.89%,HC 转化率为 90.90%,NO_x 转化率为 83.87%。

试验结果表明:2 种技术路线尾气净化系统净化效果均较好,3 种污染物的净化率均超过 83%,DOC-SCR-ASC 型尾气净化系统对 CO、NO_x 的净化效果更好,但该系统价格较高;NSR-DOC 型尾气净化系统对 HC 的净化效果更好,成本较低,但需要定期进行 NSR 装置再生。

4　结论

1)开发了尾气净化系统,设计了尾气净化系统机械结构,主要包括流量测量系统、电加热器、尾气净化后处理系统、连接管道和各传感器。

2)基于尾气净化系统各部件需实现的功能及工作流程,设计了尾气净化系统的测控系统,基于 XE164FN 单片机芯片设计了单片机最小系统电路、供电系统电路、通信电路、信号处理电路和驱动电路,设计了尾气净化系统净化程序及 NSR 装置再生程序。

3)搭建了尾气净化系统试验台,试验表明 2 种技术路线下的尾气净化系统都具有良好的净化效果,3 种污染物的净化率均超过 83%。

参考文献:

[1]胡乐利. 自动变频控制技术在尾气抽排系统上的应用[J]. 设备管理与维修,2017(14):81-82.

[2]吕艳梅,赵伟鹏,司骞. 浅谈商用车装配车间尾气治理几种方案的研究[J]. 装备维修技术,2012(4): 15-18.

[3]王莉,王晓峰. 汽车尾气抽排系统现状及改进措施[J]. 汽车实用技术,2018(12): 127-128.

[4]LIU Z Q, JIANG H F, YUAN M M. Study on application of tio_2 photocatalytic materials in purification of highway tunnel tail gas[J]. E3S Web of Conferences, 2021, 233: 01073.

[5]王仲民,肖伟华. 一种汽车尾气收集净化处理装置:CN206655729U[P]. 2017-11-21.

[6]王瑛璞. 汽车排放污染生成机理及控制技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2007.

[7]JOHNS T R,GOEKE R S,ASHBACHER V, et al. Relating adatom emission to improved durability of Pt-Pd diesel oxidation catalysts[J]. Journal of Catalysis,2015,328:151-164.

[8]YUAN X M, LIU H Q, GAO Y. Diesel engine SCR control:current development and future challenges[J]. Emission Control Science and Technology,2015,1(2):121-133.

[9]DIGIULIO C D, PIHL J A, CHOI J S, et al. NH_3 formation over a lean NO_x trap (LNT) system:effects of lean/rich cycle timing and temperature[J]. Applied Catalysis B Environmental, 2014,147: 698-710.

[10]MATSUMOTO S, SHINJOH H. Dynamic behavior and characterization of automobile catalysts[J]. Advances in Chemical Engineering,2007,33:1-46.

[11]李磊. DOC 与 DPF 对柴油机排放颗粒微观特性影响的研究[D]. 洛阳:河南科技大学,2014.

[12]楼狄明,刘影,谭丕强,等. DOC/DOC+CDPF 对重型柴油车气态物排放的影响[J]. 汽车技术,2016(10): 22-26.
[13]KHAIR M, LEMAIRE J, FISCHER S. Achieving heavy-duty diesel NO_x/PM levels below the EPA 2002 standards: an integrated solution[J]. SAE transactions,2000,109(3):7-12.
[14]生态环境部. 汽油车污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法):GB 18285—2018[S]. 北京:中国环境出版社,2018.

Development of exhaust gas purification system for gasoline vehicle emission inspection institutions

HUANG Wanyou[1], GU Chengjie[1], ZHANG Wenguang[2], TAN Shiwei[1], ZOU Yujian[1], YU Mingjin[1], TANG Xiangchen[2]
1. College of Automotive Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China;
2. Shandong Xinlingzhi Detection Technology Co., Ltd., Jinan 250000, China

Abstract: In order to reduce the exhaust emissions of gasoline vehicles in the process of emission testing, an exhaust purification system applied to gasoline vehicle emission testing institutions is designed. The mechanical structure and exhaust gas purification post-treatment system are designed based on the function of the exhaust gas purification system, the hardware circuit is designed based on the XE164FN single-chip microcomputer chip, the program is designed and debugged by Keil software, and the purification effect of the exhaust gas purification system is tested and verified. The results show that the exhaust gas purification system has a good purification effect, and the purification efficiencies of CO, HC and NO_x exceed 83%. The purifying device can effectively reduce the pollutant emission of gasoline vehicles in the detection process and protect the environment.

Keywords: exhaust gas purification system; measurement and control system; purification efficiency; gasoline vehicle emission inspection institutions

(责任编辑:刘丽君)

(上接第 50 页)

commercial vehicles, according to the mass, structure, control and other characteristics of commercial vehicles, the LDW decision-making processing system for commercial vehicles is designed by vehicle mass and longitudinal speed. The time for crossing lanes of vehicles is optimized based on fuzzy control theory, and MATLAB simulation and vehicle validation are performed. The results show that the optimized LDW decision processing system can provide early warning of vehicle departures according to current vehicle conditions, and it will not warnings frequently to affect driving, which shows a relatively good utility.

Keywords: commercial vehicle; LDW; fuzzy control; longitudinal speed; load mass

(责任编辑:刘丽君)