

河北工业大学

硕士学位论文

基于单片机技术的排气分析系统的研究

姓名:王勇

申请学位级别:硕士

专业:热能工程

指导教师:黎苏

20070101 河北工业大学硕士学位论文

基于单片机技术的排气分析系统

的研究

摘 要

本文介绍了一种基于单片机技术的发动机排气分析仪的研制过程,主要包括机械系统

设计和单片机系统设计。其中,机械系统是研制的基础,单片机系统是研制的核心。本课题

建立在国外的 ANDROS 公司的 6800 型 5 气分析仪的基础上的。

在单片机设计方面,采用了 PHILIPS 公司的 P89C664 芯片及其高效的 C 语言系统实

现排气分析仪的多种功能,主要包括:

测量五种气体成分:CO、CO₂、HC、NO_x、O₂ 这是系统的基本功能;

2 X 2

仪器调零和校准;

测量工作环境参数,包括大气温度、大气压力、大气湿度;

设置发动机参数,包括冲程数、气缸数;

菜单式多屏液晶显示;键盘输入;

与监控主机通讯,实现联网控制以及数据传输。

试验结构表明:本课题开发的排气分析仪测量精度高、响应速度快、功能齐全、人机

界面友好、联网控制方便、抗干扰能力强,同时有良好的可扩展性。因此,利用先进的气

体测量方法以及电子技术,本分析仪在同类产品中具有很强的竞争能力,拥有良好的市场

前景。

关键词: 排气分析仪、单片机、C语言 i 基于单片机技术的排气分析系统的研究

THE RESEARCH ON EXHAUSTANALYZER BASED ON EMBEDDEDTECHNOLOGY

ABSTRACTThis paper introduces a development of an analysis device for engine emission

composition, which includes the mechanism design and electronic control system design with

single chip microcomputer. The mechanism design is the foundation of the development, while

the electronic control system is the key technology of the development.

On the basis of

ANDROS' s 6800 development, we did the research. In this analysis, so many functions have been achieved with P89C664 and its high efficiency C language. Here they are :

Measuring five emission specimens including CO, CO , HC, NO , O

2 X 2;

Zeroing and span calibrating the analysis;

Measuring the environment conditions including air temperature, air pressure and air

humidity;

Setting the engine parameters including strokes, the number of cylinders;

LCD displaying;

Keyboard inputting;

Communicating with the host computer

In conclusion, the analysis device showed outstanding performance among the congener

devices with the help of advanced gas measurement and electronic technology. Thus the

analysis device must have a good market

KEY WORDS: emission analysis device、 single chip microcomputer、 c language

第一章 绪论

1-1 课题的目的和意义

汽车的问世与发展,推动了人类社会文明的进步,给人们的工作、学习、生活带来了巨大的利益,

[1、2]

同时也给人们带来痛苦和灾难,引发了严重的社会问题。1 环境污染

环境问题是当前世界各国普遍关注的重大问题。历史上汽车的排放污染,曾造成了令人震惊的美

国洛杉矶和日本东京等地的“光化学烟雾”。随着汽车保有量的增加,汽车排气污染物造成的环境污染

情况将日趋严重,而且汽车作为一个流动的污染源,数量又多,到处排放大量有害物质,其排放污染

对与人类生活息息相关的环境更具危害性,对大气的污染已构成危害。世界许多国家包括我国在内都

制定了汽车排放标准,其限值各国略有不同。

2 交通事故

据统计,我国 1997 年公安交通管理部门共受理交通事故 30.4 万起,公路交通死亡人数 73861 人,伤

残人数近 20 多万,造成直接经济损失 18.5 亿元。引起交通事故的原因主要有人的因素、汽车的因素

和环境的因素。基中汽车的因素约中 12%,在这部分事故中很大一部分是由

于汽车各项性能不达标上

路行驶造成的。

3 噪声污染

噪声是汽车的第二公害。车辆的噪声主要来自发动机、传动泵、轮胎, 车身扰动空气所发生的声

响以及喇叭的使用。噪声不仅会破坏环境的安静, 使人心情不安、烦躁、疲倦和工作效率降低, 而且

还会损害人体健康, 引起某些疾病, 如听力下降, 严重的会造成噪声性耳聋, 另外还会引起人的神经

系统和血液循环系统疾病, 另外车内噪声过大还会影响驾驶员的操作和车辆安全行驶。

众所周知, 汽车在国民经济建设中占有十分重要的地位, 但它必须具备一定的先决条件, 如汽车

的技术性能完好, 这样就必须对车辆进行定期或不定期的监督检查, 发现问题及时解决, 力争杜绝汽

车在行驶中抛锚、发生故障或造成交通事故。此外, 对汽车性能加强监督检查, 可以把检测质量信息

反馈到厂家, 对于改进汽车的结构设计以及维修厂家正确保养汽车必将起到一定的推动作用。在以上提到的危害中, 汽车排放污染环境可说是位于首位, 如果说交通事故和噪声污染涉及到的

1 基于单片机技术的排气分析系统的研究

是肇事者和受害者, 那么汽车排放污染的是全球环境和整个人类, 它涉及面

之广, 危害之大, 人们早

有认识, 世界各国专业技术、利研人员正从汽车制造技术到燃料的选择等方面进行尝试, 积极

探索减轻排放以及制造出低排放和零排放汽车的途径, 相信在不久的将来, 人类一定能够将这一难题

攻破。汽车的排放物分为基本排放物和有害排放物两种如表 1.1 所示。

表 1.1 汽车排放物分类表

Table 1.1 Car's pollution

类别	基本排放物	有害排放物
----	-------	-------

主要成分	CO、H ₂ O、N ₂	CO、HC、NO _x 、
------	------------------------------------	-------------------------

	SO ₂ 、PM 微粒、	
--	-------------------------	--

	臭气等	
--	-----	--

其中基本排放物从毒学角度来看对人体是无害的。在有害成分中, 主要是 CO, HC 和 NO_x, 它们

是造成大气污染的主要原因, 也是对人体构成危害的主要物质。这些有害物质在汽油机中的高可达总

排放的 5%左右, 汽车污染物的控制也主要是对这三种物质的控制。

1. CO 的危害汽车尾气排放中的一氧化碳 CO 与血红素的亲合力比氧气与血红素的亲合力要大 210 倍, 因此,

一氧化碳侵入人体, 便会很快与血液中的血红素相结合而成为一氧化碳血红

素。大气中过高的一氧化

碳含量对于人体的危害很大,当含量达到 10ppm 时,人长期接触就会慢性中毒;当含量达到 100ppm

时,人会感到头痛和恶心;当含量达到 10000ppm 时,会使人失去知觉直至死亡。

2. HC 的危害汽车排放的碳氢化合物 HC 中包含有 200 多种有机物成分。部分有机成分被证明是致癌物质,如

苯等多环芳烃类物质。这些致癌物质在人体内具有长期积累效应。此外,汽车排放的碳氢化合物与氮

氧化合物在强烈的日光作用下会进一步发生化学反应,形成毒性很大的光化学烟雾。这种由汽车排放

废气造成的光化学污染是极为严重的大气污染现象之一,对人体健康和生态环境带来严重的危害。

3. NO_x 的危害氮氧化合物 NO_x 是汽车尾气排放中含量较多的一氧化氮 NO 和含量较少的二氧化氮 NO₂ 的总

2

称。据医学研究表明,高浓度的一氧化氮会引起人体中枢神经的瘫痪和痉挛。虽然低浓度的一氧化氮

毒性不大,但二氧化氮则是一种毒性很强的气体。它是红褐色有刺激性气味的的气体,当含量达到 5ppm

时,就会闻到很强烈的臭味,对人的呼吸免疫功能有很大危害。若二氧化氮浓度超过 100ppm 时,人

在其中只要生活 0.5-1 小时,就会得肺水肿而死亡。此外,氮氧化物也是光化学烟雾的主要参与物之一。

2 河北工业大学硕士学位论文

1-2 国内外汽车排放物检测方法概述

1-2-1 基本检测方法

1. 怠速法和双怠速法 怠速法是在待检汽车发动机处于怠速工况下检测排气管排出的 CO, HC 的容积排放浓度。双怠速法是指待检汽车发动机在怠速和高怠速 0.5 倍额定转速工况下排气管排出的 CO, HC 的容积排放浓度。

2. 稳态工况加载法 该方法主要是在检测时以特定的负载给待检汽车加载(如使用底盘测功机给汽车驱动轮加载),

汽车以匀速稳态工况运行,检测工况为特定时间内的等速工况,此时的 CO, HC, NO_x等排放物的容

积排放浓度即为检测排放值 美国和我国采用的加速模拟工况 ASM 即是一种典型的稳态工况加载

法。

3. 瞬态工况加载法 瞬态工况加载法是指在检测时待检汽车以特定的速度和加速度连续运行,在此过程中对排气管

中排放物进行定容收集,再由分析装置计算在此工况下的排放质量。典型的采用瞬态工况加载法检测

[3]

排放物的方法有美国的 IM240 和 IG240VMAS 等。

4. 遥感检测法 遥感检测法用于检测在道路上行驶的车辆尾气排放值, 它是指在一定宽度的道路两旁放置一

个激光光源或红外线光源, 而在光源的对面放置接收器, 同时在适当的地方安置一个摄像机。摄像机

主要是记录被检车辆车牌号, 以便于实施 I/M 管理。让摄像机和接收器与计算机相连。检测时让光源

光束穿过行驶车辆所排出的尾气, 不同成分的尾气会吸收不同波长的光束或反射不同波长的光线, 光

源对面的接收器接收到光线后与光源光线进行对比分析, 然后判定出某种排放成分的容积排放浓度。

1-2-2 国外检测方法 国外汽车排放检测主要以美国、欧洲和日本为主。美国是当今世界控制汽车排放污染最严格的

国家, 领导着世界汽车排放污染物控制和排放检测技术的发展方向。

1、美国汽车排放污染物检测方法及发展趋势 世界上最早的汽车排放测试规范在 1966 年诞生于美国加利福尼亚州, 称加利福尼亚标准测试循

3 基于单片机技术的排气分析系统的研究

环, 即“7 工况法”, 1968 年被美国联邦政府采纳作为联邦排放法规。从 1972 年起联邦政府用美国联

邦测试规程 FTP Federal Test Procedure 代替“7 工况法”, 后又经过改进形成城市测功机运行工况

UDDS, 即 FTP-72 工况。早期的 FTP-72 测试是将洛杉矶市内早晨交通高峰

期的汽车运行工况作为道

路模拟工况,它是在汽车冷起动试验 505s 后,再稳定行驶 867s,分两段收集排气污染物。1975 年将

FTP-72 被扩充成 FTP-75,并一直使用到现在。但此法主要用于汽车的型式认证,在用汽车没有采用。美国从 1995 年开始在 22 个州的空气质量超标地区实施 IM240 简化的 UDDS 法方法,是一种简

化的工况法,与 FTP-75 的一致性较好,但其污染物测量方法采用定容质量法,检测设备昂贵,检测成

本高。为了实现“空气净化法”所要求的到 2000 年汽车的有害物排放减少 32%的目标,美国环保局 EPA

从 1990 年起采取了一系列重要举措,制定了更为严格的在用车排放法规,这样就促使了加速模拟工况

ASM 制度的产生。由于其成本低,检测精度高,因而成为美国在用车 I/M 制度应用较为广泛的检测

方法。美国 ASM 检测主要有两种测试模式:一是 ASM5015 检测模式,这种模式要求在给待检汽车加

载一定负荷并保持车速在 15miles/hour 24km/h 的条件下,检测汽车排出的有害排放物的容积浓度;二

是 ASM5025 检测模式,这种模式要求在给待检汽车加载一定负荷并保持车速在 25miles/hour 40km/h

的条件下,检测汽车排出的有害排放物的容积浓度。由于美国不同的州尾气的检测方法各有差异,总体来说主要以某检测方法与 FTP 的相关性及检测

设备的投资和检测费用作为选用检测方法的依据。但美国的检测方法均以加载工况法为主。

2、欧洲汽车排放污染物检测方法及发展趋势 1972 年欧洲经济委员会 ECE 为模拟欧洲城市汽车典型运行工况制订了适用于欧洲各国统一的

ECE 15 号汽车法规。ECE 15 号汽车法规包括三类试验:第一类是汽车按冷起动 15 个工况运行,并按

车辆重量分 9 组规定排放标准限值;第二类是暖机后怠速试验测量 CO 的排放浓度值,应小于 4.5%;

第三类是按包括怠速运行和在底盘测功机上以 50km / h 速度匀速运行,检测曲轴箱窜气中 HC 的逸出

量,应小于燃料消耗量的 0.18。和美国排放标准相比,欧洲 CEC 15 工况试验法的车速较低,行驶工

况较简单;为了加严排放控制,欧洲经济委员会在 1992 年对 ECE 15 工况试验法进行了重大修改,在

按原城市运行的 15 个工况共 4 个循环运行基础上,加上一个城郊公路上的运行工况 EUDC 试验循环。

EUDC 工况将最高车速提高到 120km/h,对于发动机功率小于 30KW 的小型汽车最高车速可采用

90km/h,运行时间为 400s,平均车速为 62.6km/h。欧洲的在用汽车尾气检测方法以怠速法、双怠速法及工况法为主,并辅以加载工况法检测。

3、日本汽车排放污染物检测方法及发展趋势日本 1966 年开始采用 4 工况 3 循环测试规范:1973 年改用城市 10 工况热起动后运行 6 个循环的

试验规范。1975年制订郊外行驶的11工况冷启动后运行4个循环的试验规范,并且和10工况法并用。

4 河北工业大学硕士学位论文

由于10工况法的最高车速仅为40km/h,1991年起改为新10-15工况试验法,此试验法为先按10工况

法程序运行3个循环,再按一个城郊行驶的15工况运行,整个试验规范共运行660s,最高车速为70km

/h,平均车速为22.7km/h,运行距离为4.16km。日本的在用汽车尾气检测方法主要以怠速法、双怠速法和工况法为主。

1-2-3 我国的汽车排放物检测方法 1999年,国家质量技术监督局批准发布了《GB 14761-1999 污染物限值及测试方法》,它等效采用

[4]

ECE 15 工况+EUDC 工况车型式认证和生产一致性检验。GB18285-2000《在用汽车排汽污染物限制

值及测试方法》,在用汽车可以采用怠速法、双怠速法和加速模拟工况法试验发动机在怠速状态下CO

和HC检测排放物的容积排放浓度值。双怠速法包括高怠速和怠速两种检测状态。怠速法及双怠速法都

是在怠速工况下检测待检汽车的排放污染物的容积排放浓度,此工况下污染物的浓度较大,而且容易

操作,所需仪器设备简单,适用于对汽车排放的快速检测。在怠速工况,虽然污染物的排放浓度较大,

但怠速时间占汽车运行时间的比例并不大,怠速工况下难以反映汽车实际行驶时的排放情况。为了检

测出更符合汽车实际行驶工况下的排放污染物的浓度,就必须在一定的加载工况下检测其排放值,这

样才能较大程度的反映汽车的排放状况。同时怠速法还不能检测 NO 的含量,也不符合当今社会对排

X

放的控制要求。加速模拟工况法就是为了解决这个问题而设立的。所以新国标就提出了使用工况法检

测方法。

根据 GB 18285-2000 的要求,凡是经 GB 14761 通过 B 类认证,设计乘员数不超过 6 人且最大总

质量不超过 2500kg 的 M1 类车辆和按 GB 14761 通过 B 类认证,设计乘员数超过 6 人,或最大总质量

超过 2500kg 但不超过 3500kg 的 M 类车辆和 N 类车辆,可以进行加速模拟工况 ASM 试验来检测汽车

排放。加速模拟工况应在底盘测功机上进行,该检测试验循环包括 ASM5025 和 ASM2540 两个工况。

1. ASM5025 工况试验过程

2 待检汽车经预热后,加速至 25km /h,测功机以车辆速度为 25km / h,加速度为 1.475m / s 时的输

出功率的 50%作为设定功率对车辆加载,车辆以 25km/h 士 1.5km / h 的速

度持续运转 10s 后工况计时器

开始计时 t_0 s。当测功机转速和转矩偏差超过设定值的时间大于 5s 时, 试验应重新开始。25s 后

分析仪器开始测量, 每秒测量一次, 并根据稀释修正系数 DF 和湿度修正系数 kH 计算 10s 内的排放

平均值, 持续运行 90s, 该试验工况结束。测功机在试验车速 $25\text{km/h} \pm 1.5\text{km/h}$ 的允许误差范围

内, 加载力矩应随车速的变化作相应的调整. 保证加载功率不随车速改变。力矩允许误差为设定力矩的

$\pm 5\%$, 在 25s 至 90s 的测量过程, 任意 10s 内第 1 秒至第 10 秒的车速变化相对于第 1 秒小于 $\pm 0.5\text{km/h}$,

测试结果有效。任意 10s 内的 10 次排放平均值经修正后如满足限值的要求则试验结束, 否则应进行下

5 基于单片机技术的排气分析系统的研究

一工况 ASM2540 试验。

2. ASM2540 工况试验过程 ASM5025 工况试验结束后车辆立即加速至 40km/h 测功机以车辆速度为 40km/h 加速度为

2

1. 475m/s 时的输出功率的 25% 作为设定功率对车辆加载, 车辆以 $40\text{km/h} \pm 1.5\text{km/h}$ 的速度持续运转

10s, 工况计时器开始计时 t_0 s。当测功机转速和转矩偏差超过设定值的时间大于 5s, 试验应重新开

始。25s至25s 后分析仪器开始测量,每秒钟测量一次,并根据稀释修正系数 DF 和湿度修正系数 KH

计算 10s 内的排放平均值. 运行 90s 至 90s 该试验工况结束;测功机在试验车速 40km/h 士 1.5km/h 的允

许误差范围内,加载力矩应随车速的变化作相应的调整,保证加载功率不随车速改变:力矩允许误差为

该工况设定力矩的士 5%。 在 25s 至 90s 的测量过程,任意 10s 内第 1 秒至第 10 秒的车速变化相对于第 1 秒小于士 0.5km/h,

测试结果有效。任意 10s 内的 10 次排放平均值经修正后如满足限值的要求,则试验结束;否则应进行

复检试验。

3. 复检工况试验过程如果上述两种工况试验都不合格,可进行复检试验。复检时按 ASM5025 和 ASM2540 的试验程序

及试验结果判定方法,连续进行 ASM5025 和 ASM2540 工况试验,工况时间延长至 145s至145s,总

试验时间为 290s,如图 1.1 所示。如果两个工况测试结果经修正后均满足要求,则测试结果合格,否

则测试结果不合格。加速模拟工况试验循环要求如表 1.2 所示。

图 1.1 ASM5025 和 ASM2540 测试

Fig ASM5025&ASM2540 test6 河北工业大学硕士学位论文

表 1.2 加速模拟工况试验循环表

Table1.2 ASM' s circle

工况名称 试验次序 试验速度(km/h) 操纵时间 检测时间

s s

ASM5025 1 0-25 3.5-8.5

试验工况

2 25 10

3 25 90 90

ASM2540 4 25-40 2.3-5.6

试验工况 5 40 10

6 40 90 90

复检工况 7 连续进行 每个工况操纵时 290

ASM5025 和 间为 145S

ASM2540 工况

从我国对汽车排放日益重视的角度和我国排放检测方法的发展历程, 以及国外特别是美国的检测

排放方法的发展趋势来看, 采用加速模拟工况法检测汽车的容积排放浓度乃大势所趋。

1-3 排气分析仪发展现状

1-3-1 排气分析仪

排气分析仪是排气测量系统的核心, 对测量精度, 测量范围及测量频率起决定性作用, 是决定整

个排放测量系统的关键。排气分析仪广泛应用于路政交通部门的实时监测、汽车厂的出厂调试以及各

种发动机的维护护理检测,随着我国汽车工业在的近年来的飞跃发展及环境保护法规的严格执行,排

气分析仪的需求量越来越大,但同时对仪器的性能和人机界面也提出了更高的要求,国际上排气分析

仪正向两种方向发展,一种是便携式,另一种是固定的高精度专业分析仪。便携式主要适用于室外发

动机排放快速检测场所,主要是汽车生产厂家、汽车修理企业、路政交通部门。专业分析仪主要应用

于需要快速动态和高精度检测的场所,如环境监测部门和科研院所。便携式分析仪市场占有率大,生

产厂家多,更新换代快,人机界面友好,产品技术水平要求较低,是我国这种新兴汽车工业国家的可

能生产出具有竞争力产品的方向:专业分析仪要求技术水平高并且要有先进的传感器配合,我们国家

7 基于单片机技术的排气分析系统的研究

的一些科研院所也在作着各种努力追赶国际先进水平。本论文所讨论的是便携式排气分析仪。

我国目前排气分析仪发展是较落后的,主要原因在于:一方面产品在性能、技术含量、准确性和

适用操作性等方面不能完全满足用户要求,另一方面由于前些年我国的排放法规执行不严,应该需要

产品的场所很多而实际购买产品的用户少。这些都是制约排气分析仪全面发

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/457144101136010005>