

文章编号: 1002-0268 (2001) 06-0108-03

汽车尾气污染控制系统的改进

邓隐北 蔡仲簪
(沪力微电机厂, 广东 澄海市 515800)

摘要: 强化汽车尾气排放法规提高排放标准与改善车辆性能, 节约汽车燃料费用, 是当今汽车发展的两大必然趋势, 也是汽车先进性、经济性的重要标志。本文阐述汽车尾气污染控制与环保的密切关系, 并重点介绍废气再循环 (EGR) 控制系统的工作原理与改进效果。

关键词: 汽车; 废气再循环; 污染控制; 环保

中图分类号: U466 **文献标识码:** A

Improvement of Vehicle Emission Pollution Control System

DENGYin-bei, CAI Zhong-chi
(Huli Micro Electric Machine Factory, Guangdong Chenghai 515800, China)

Abstract: The laws and regulations of automobile exhaust gas (raising standard of exhausting) and the improving performance of vehicle (economizing fuel consumption) are two main development trend and important marks of advanced technology and economic effects of today's motor vehicle. In this paper, the close relation between auto exhausting pollution control and environment protection is expounded, and the work principle and the improvement effect of EGR control system is emphasized.

Key words: Automobile; Exhaust gas recirculation (EGR); Pollution control; Environment protection

0 前言

现代城市呼唤环境保护意识, 环境问题日益引起人们的普遍关注和重视。由于汽车的问世和迅猛发展, 方便了人类的活动, 节约了大量时间, 有人赞誉它缩小了地球。但汽车在造福于人类的同时也带来了祸害, 而且这种祸害非常严重。对于都市中的人们来说, 大量汽车尾气排放所造成的污染, 使汽车竟然成了“城市无形杀手”的代名词。

为解决愈益紧迫的环保问题, 世界各国对汽车的尾气排放每年都采取一系列措施, 即使对无害但能引起温室效应的CO₂气体, 也力求其排放的减少。目前对清洁燃料汽车、电动汽车等绿色车辆的大力扶持和推广, 就是积极治理尾气污染的最佳策略。

神龙汽车有限公司致力于生产高性能、低排放绿色环保轿车, 使用电喷发动机, 并安装了国际上通用的较为先进的发动机废气过滤系统——三元催化器。

它通过催化剂, 如铂、钯、铑等贵金属和稀土元素的还原反应和氧化反应, 将发动机排出的有害废气: 氮氧化物 (NO_x)、CO 和碳氢化合物 (HC) 转化成无害的N₂、CO₂ 和水。

日本三菱公司为适应汽车环保要求和节约燃料, 已将 EGR 阀从原来临 25 年生产的负压驱动方式转变成电动机驱动方式。在原来的负压控制方式中, 阀的驱动源取自吸气管的负压, 这将导致燃料费用的增加。采用步进电机式 EGR 阀, 系统的结构简单, 性价比优, 且驱动阀的结构可与各种发动机阀体匹配组合, 能广泛适用未来汽车市场的需求。

1 控制排污、不断提高排放标准

汽车排出时尾气直接威胁着人类的健康。据统计, 一般工业化国家城市中的空气污染约有 42%来自交通车辆。因此, 各国政府纷纷制订法规来控制汽车有害物质的排放。从 1960 年开始, 在日本和北美对这

些有害气体已相继有法规限制,以后又多次强化。到2000年,日本按现行目标规定汽油/液化石油气车辆的各项容许值约削减70%;欧洲公路汽车排放标准中,对 NO_x 和颗粒物在90年代以前尚未作限定,到2000年已分别削减65%和75%;当欧洲2号(E II)标准开始执行时,硫的污染从1995年的3 000ppm一下子降低到50ppm,而我国目前这个值仍很高,有的甚至高达5 000ppm,由此可见,我国在治理污染排放方面与美、日、欧洲等发达国家比较,差距是较大的。今后应把强化废气排放法规与提高车辆性能,放在同等重要的位置。控制汽车排污、加强环保,任重道远。

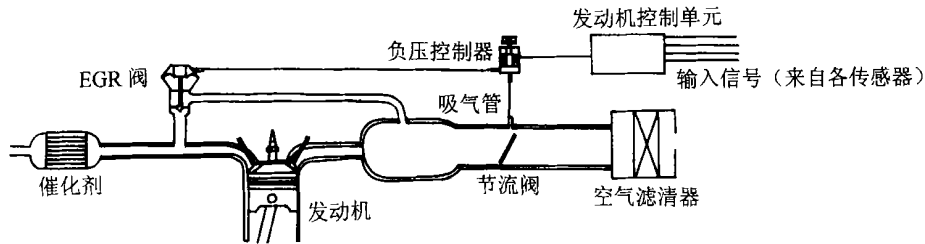


图1 负压控制式 EGR 系统

氮化合物(NO_x)是在约2 000℃以上的高温下,由于燃烧含于空气中的氮产生氧化反应后生成的化合物。燃烧温度高的区间能获得经济的燃料费,但在此区间产生的 NO_x 浓度也高,完全燃烧时CO和HC则减少,如图2曲线所示。

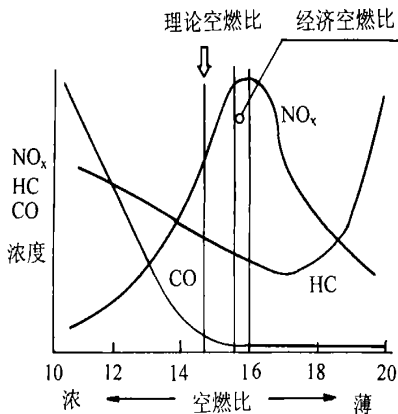


图2 空气燃料比与排气成分的关系

在特别稀薄的混合气燃烧方式下,用于减少 NO_x 的通常催化剂不能有效发挥作用,故藉EGR减少 NO_x 则愈显重要。图3所示为三菱汽车工业公司GDI(Gasoline direct injection——发动机汽油缸内直接喷射)发动机中减少 NO_x 的效果。据资料介绍,EGR率(废气再循环对应于吸气量的比率)达到30%(原来发动机的最大极限仅20%左右)。在GDI发动机中,含少量 NO_x 催化剂的新开发的选择还原型EGR系统,其出口排放气体中的 NO_x 约减少97%,效果

2 汽车 EGR 阀的应用与效果

2 1 EGR 阀用于减少 NO_x

作为减少 NO_x 的技术,有燃烧后进行处理的还原催化剂方法,以及抑制燃烧时所产生有害气体的EGR系统。废气再循环阀是在发动机合适的运转条件下,对排气的回流量高精度地进行调节的装置。图1所示为负压控制式EGR系统,是把节流阀下游吸气管内的负压作为驱动源的薄膜式EGR阀。它将排出的部分含氧量极少的非活性气体,与吸入的空气混合,通过对燃烧温度的控制以减少 NO_x 的发生。

十分理想(见图3)。

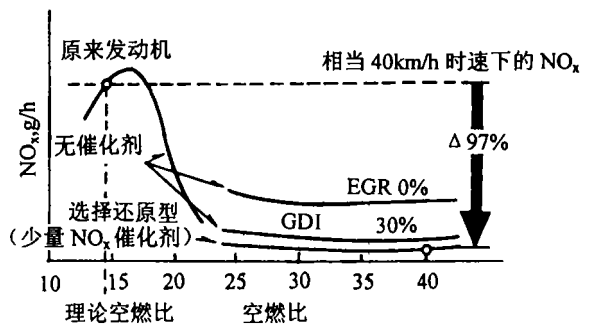


图3 GDI 发动机中减少 NO_x 的效果

2 2 降低燃料费用

EGR 阀不仅用于减少 NO_x ,而且愈益趋向兼用于节约燃料费用。

汽车发动机中,装有联动於加速踏板、并能调节吸气量的节流阀。喷射的燃油量与通过此阀的空气量相对应。由此,将一定浓度的混合气送入燃烧室。当发动机在轻载工况下,通过节流阀的阻抗大,与发动机转速对应的吸气阻抗(泵损耗)会产生无功的燃料消耗。为降低发动机的泵损耗,故确定采用:适当增大节流阀开度的稀薄混合气燃烧方式,以及在吸气侧设置多个EGR阀的燃烧方式。为了在大量EGR条件下也能维持稳定的燃烧,不仅要加强燃烧室内混合气的湍流强度与点火能量,同时对直接喷射燃料至燃烧室,高精度地控制燃烧等方面,都应最大限度地加以完善。

3 改进的新型 EGR 系统

3.1 原系统中存在的问题

对于旨在减少有害气体、提高汽车排放标准与节约燃料费用来说，需要在比原来更大范围内实现 EGR 控制。但节流阀在大开度时产生的负压变小，不可能在大的运行区间正确、高效地操作 EGR 阀。要达到上述目的，图 1 所示的负压控制系统已不适用。新型 EGR 控制系统采用电动化，将步进电动机作为 EGR 阀的驱动源，驱动控制时的输入信号来自各种传感器，如图 4 所示。

3.2 步进电机式 EGR 阀的特点

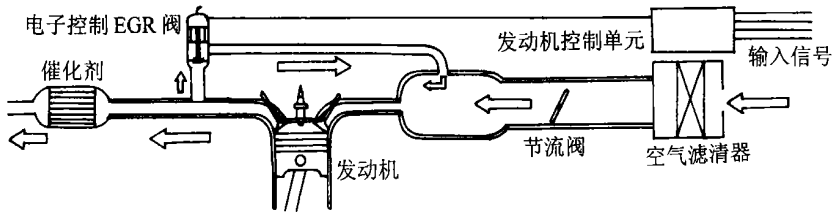


图 4 电子控制式 EGR 系统与步进电机驱动的 EGR 阀
步进电机式 EGR 阀的性能参数

项 目	电动机型号	电动机磁极数	电机转矩 (N·m)	耗电功率 (W)	最大行程 (mm)	最大流量 (L/min)	最小分辨率 (L/min)	精度 (%)
用于通常的发动机	PM	48	0.035	13	5	200	4	8
用于直喷式发动机	PM	48	0.095	19.2	8.5	800	9	8

表 1

3.3 新型电动机驱动控制阀装置

从表 1 可知，直喷式发动机用 EGR 阀与通常发动机用的比较，EGR 阀的流量是后者的 4 倍。由于需要更大的驱动力，电动机的功率和尺寸则需要大，才能防止关阀时排出气体的泄漏。图 5 为改进的新型电动机驱动控制阀。

在排气侧输出通道(2)与吸气侧输入通道(3)之间进行开闭的阀体(5)，固定于阀轴(7)上。阀轴(7)在关阀方向是由弹簧(12)吸上的；在开阀方向，由弹簧(44)使电动机轴(33)下推，结构上在关阀弹簧(12)作用力的相反方向增设了加速弹簧(43)。弹簧(44)在开阀方向的下推力与加速弹簧(43)在闭阀方向的吸合力是均衡的，这就减少了步进电动机(20)在开阀时所必需的驱动力，而且在关阀以后加速弹簧(43)与阀分离，以确保关阀的力量。此项改进已取得美国专利(专利号 5351935)。该电动机驱动控制阀装置仅使用小型电动机就具有足够的关阀力。

参考文献:

[1] 三宅俊彦等. 自动车の有害排出ガス低減とEGRバルブ. 三菱电机技报, 1999, 73 (5).
[2] 三好师男等, モータ駆動制御弁装置. 美国专利第 5351935 号.
[3] 林风清. 谈中国柴油机排污治理前景. 南方都市报, 2000-05-20.

作为 EGR 阀的执行元件，步进电动机是理想的。与线性电磁阀驱动和直流伺服电动机驱动比较，它具有以下优点：(1) 驱动力相对较大，其控制的流量为线性电磁阀驱动的 3~4 倍；(2) 在排气脉动等外力影响下，阀开度的稳定性好；(3) 勿需位置检测控制，成本低；(4) 与负压式控制比较，系统结构简单。故选用步进电动机作为 EGR 阀用的驱动源。

表 1 给出汽油发动机用步进电动机式 EGR 阀的各项性能。电动机均采用 4 相 PM (永磁) 型步进电机。藉转子的母螺纹与电动机轴上的公螺纹进行旋转/直线运动的变换。为确保开、闭阀门的响应特性，结构上实现全行程 48 步/转的操作。

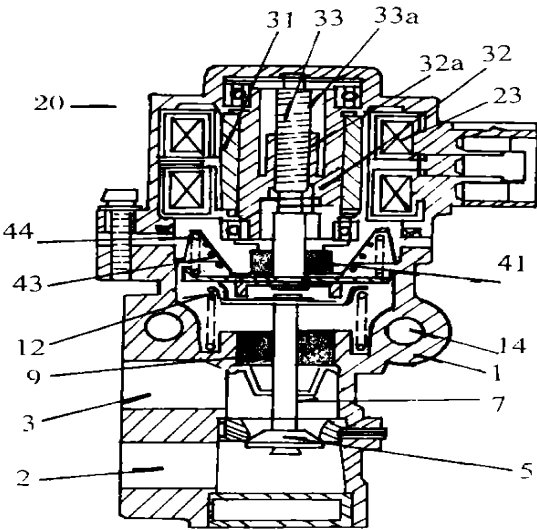


图 5 电动机驱动控制阀装置

- 1——阀座；2——排气通道；3——吸气通道；5——阀体；
7——阀轴；9——轴套；12——关阀弹簧；14——水冷通路；
20——步进电机；23——定子线圈；31——转子磁极；
32——转子；33——电动机轴；32a——转子母螺纹；
33a——电机轴公螺纹；43——加速弹簧；44——开阀弹簧