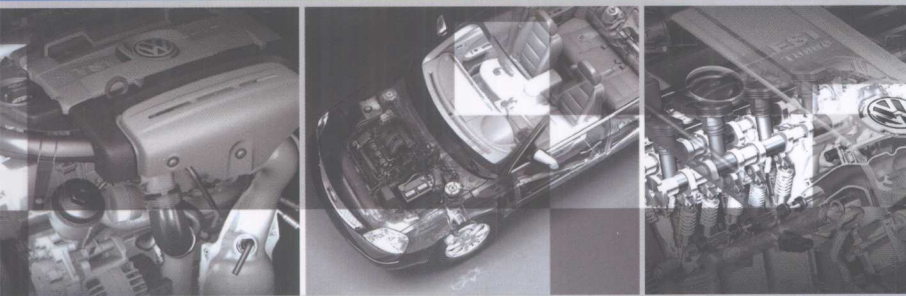


环保发动机的 排放控制



倪初宁 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

环保发动机的排放控制

倪初宁 著



机械工业出版社

本书主要介绍了环保发动机的结构特点与排放控制、我国环保发动机排放变差的影响因素、改变环保发动机排放的原因及机理、控制环保发动机排放的方法及机理、环保发动机排放控制系统的检查与维护、环保发动机排放控制系统的定期保养等。

本书可供汽车维修人员及汽车环保人员阅读参考。通过本书的阅读,不仅汽车维修人员可以掌握环保发动机排放控制系统的养护方法和技术,也可大幅提升汽车维修企业的经济效益。

图书在版编目 (CIP) 数据

环保发动机的排放控制/倪初宁著. —北京:机械工业出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-111-26164-3

I. 环… II. 倪… III. 汽车—发动机排气—空气污染控制
IV. X734. 201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 013552 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李 军 版式设计:张世琴

责任校对:王 欣 封面设计:王伟光

责任印制:杨 曦

三河市宏达印刷有限公司印刷

2009 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 3.625 印张 · 2 插页 · 82 千字

0001—6000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-26164-3

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379353

封面无防伪标均为盗版

序

解决安全、污染控制、节能等问题永远都是汽车技术面临的重要课题。在控制汽车排放方面，尽管二氧化碳排放的问题越来越受到更多人重视，但是污染物排放的控制却仍需要汽车专业人士的不断努力。

我国排放标准不断提高，目前的症结仍是油品质量满足不了法规严格的要求，由此带来了一系列问题。然而我们更应当看到，建立完善的汽车检查与维护（I/M）制度对控制污染物排放的影响不亚于油品的问题。

我是一个建立 I/M 制度的积极分子，倪初宁也是一个为此事不懈努力的实干家。我们为此而结识并成为环保事业上的朋友。倪总不仅从事有关产品的生产，而且积极倡导和支持建立 I/M 制度。他不仅肯于实践，在理论方面也颇下功夫。他精心总结自己多年的研究成果，以此书奉献给汽车生产和维修行业的同仁们。

我们希望书中推荐的保养方法能得到推广应用，为汽车用户带来好处，为环境改善做出贡献。

杜芳慈

前 言

环保发动机指的是安装了三元催化转化系统，通过氧传感器可以反馈空燃比，从而控制废气排放的闭环电喷汽油发动机。

自 21 世纪初我国生产销售的轿车全部采用闭环电喷环保发动机以来，由于燃油、润滑油不配套，以及道路拥堵、路况严苛等诸多因素，新出厂车很快产生排放恶化、性能降低、使用故障并导致污染环境等问题，这一直是令汽车生产企业、汽车维修企业、维修管理部门头疼并难以解决的难题。造成这一问题的原因：一是环保发动机排放控制系统的养护缺乏理论指导；二是环保发动机排放控制系统的养护技术、养护方法和养护产品处于空白；三是国家标准《汽车维修、检测、诊断技术规范》已落后于发动机技术的发展；四是汽车生产企业的售后保养和维修企业执行的对发动机的定期保养制度缺少对环保发动机排放控制系统的养护要求。正是由于这些问题，导致目前在用车 90% 以上环保发动机工作不正常，大部分处于油耗增加、动力下降、排放恶化的亚健康状态。

2005 年 12 月 31 日起，在北京销售的汽车要求必须达到国 III 排放标准；2006 年 12 月 1 日起，在北京销售的汽车要求都安装 OBD-II 自检系统；2007 年 7 月 1 日起，要求全国销售的汽车都达到国 III 标准；2008 年 1 月 1 日起，在北京销售的汽车要求达到国 IV 标准。随着汽车环保技术的飞速

发展，排放标准不断提高，在此形势下环保发动机排放控制的问题如果不能得到有效的解决，将会成为制约中国汽车环保技术发展，排放标准提高的瓶颈，对汽车生产企业、汽车维修企业造成很大的影响。

作者于2004年开始带领北京龙泉绿爽科技有限责任公司研发团队自主立项、自主研发了环保发动机排放控制系统专业养护技术“汽车三元清洗养护方法”和产品“泉爽牌三元清洗（养护）剂”，2005年4月，这一项目通过了国家轿车质量监督检验中心产品性能检测。2005年9月，通过了中国汽车维修行业协会组织的专家鉴定。2007年12月，“汽车三元清洗养护方法”获得了国家发明专利。

“汽车三元清洗养护方法”和产品“泉爽牌三元清洗（养护）剂”的研发成功填补了中国环保发动机排放控制系统养护技术和产品的空白。目前这一技术和产品在世界上也是独创的、先进的，它的创新性在于将免拆清洗养护技术从发动机的进气系统、燃烧系统延伸到了排气系统。作者在“汽车三元清洗养护方法”项目研发过程中同时建立一套环保发动机排放控制系统养护理论，从而使环保发动机的积炭和锰沉积物清洗问题、氧传感器和三元催化转化器硫磷中毒问题、三元催化剂再生问题等一系列难题从理论上得到了解决。

作者还带领北京龙泉绿爽科技有限责任公司研发团队做了大量的汽车三元清洗养护技术和产品的推广工作。在推广过程中，根据中国汽车维修企业的现状，按照I/M制度研究开发出了“汽车废气控制系统检查维护项目”。和中国汽车报信息中心合作成立了“中国汽车排放I/M运行机制研究课题组”，研究开发了“环保发动机全方位常规养护新技术”和多项环保发动机专业定期保养项目，这些研究开发项目在

一定程度上填补了环保发动机排放控制系统保养的空白。

在汽车三元清洗养护技术和产品的研发、鉴定、推广过程中，得到了中国航天部二院前副总设计师刘令勤先生、汽车行业知名专家杜芳慈先生、中国一汽发动机厂前总工程师杨绍轩先生的大力指导和帮助，从而使这一工作顺利进行。

作者在汽车三元清洗养护技术和产品的研发、鉴定、推广过程中，收集了大量的资料，做了大量的研究工作，对中国汽车的使用环境和中国汽车维修企业现状有了深入的认识，感受到了汽车生产企业、汽车维修企业对于环保发动机排放控制理论和技术的迫切需要，感受到了环保发动机排放控制理论和技术对于我国环境保护的重要性，因此将收集的资料和研究成果编写了本书，旨在向汽车生产企业、汽车维修企业技术人员提供一本环保发动机排放控制理论和技术参考资料。

本书分为6个部分，系统地介绍了“环保发动机的结构特点与排放控制”、“我国环保发动机排放变差的影响因素”、“改变环保发动机排放的原因及机理”、“控制环保发动机排放的方法及机理”、“环保发动机排放控制系统的检查与维护”和“环保发动机排放控制系统的定期保养”。希望通过本书让汽车维修企业掌握环保发动机排放控制系统的养护方法和技术，改变汽车维修企业在环保发动机排放控制系统保养方法、机制、意识、设备、技术、产品、效益等方面落后的现状，给汽车维修企业带来一个等同于更换三滤定期保养的新的保养市场，大幅提升汽车维修企业经济效益。

由于作者水平有限。难免有许多不足和疏漏之处，敬请指正！

作者

目 录

序

前言

第一章	环保发动机的结构特点与排放控制	1
第二章	我国环保发动机排放变差的影响 因素	10
第三章	改变环保发动机排放的原因及机理	29
第四章	控制环保发动机排放的方法及机理	54
第五章	环保发动机排放控制系统的检查 与维护	76
第六章	环保发动机排放控制系统的定期 保养	94

第一章 环保发动机的 结构特点与排放控制

环保发动机是安装了三元催化转化系统，通过氧传感器可以反馈空燃比，从而控制废气排放的闭环电喷汽油发动机。为了控制汽车排放，减少汽车尾气对大气环境的污染，就必须精确控制混合气空燃比。由于化油器发动机是采用机械的方法控制各种工况下的空燃比，难以做到及时并精确地控制空燃比，因此，我国用电控喷射系统发动机取代了化油器发动机。电控汽油喷射系统（Electronic Fuel Injection System）简称为 EFI，它利用各种传感器检测发动机的各种状态，经电脑的判断、计算，使发动机在不同工况下均能获得合适空燃比的混合气。

在闭环控制系统中采用氧传感器反馈控制，可使空燃比的控制精度进一步提高。在汽车运行的各种条件下空燃比均能得到适当的修正，使发动机在各种工况下均能得到最佳的空燃比。与传统的化油器发动机相比，装用电控汽油喷射系统的发动机，发动机功率可提高 5% ~ 10%，油耗降低 5% ~ 15%，汽车有害排放物得到了很好地控制。

典型的闭环电喷汽油发动机结构如图 1-1 所示。

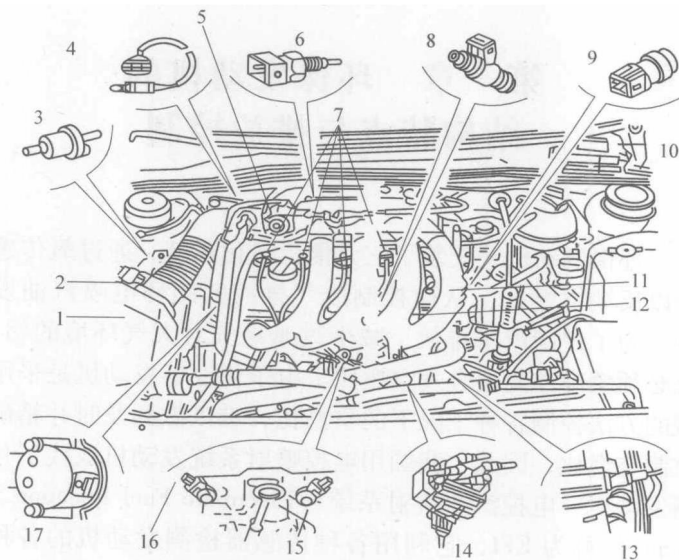


图 1-1 典型的闭环电喷汽油发动机结构

- 1—空气滤清器 2—空气流量计 3—电磁阀 4—氧传感器 5—节气门体
6—进气温度传感器 7—火花塞 8—喷油器 9—冷却液温度传感器
10—电子控制单元 11—进气歧管 12—燃油调压器 13—发动机转速传感器
14—点火线圈 15—爆燃传感器 16—爆燃传感器 17—判缸传感器

一、闭环电喷汽油发动机与化油器汽油发动机相比具有的特点

1. 混合气的分配均匀性好

在多点喷射系统中，由于每一个气缸都有一个喷射器，其喷油量是由 ECU（电子控制单元）根据发动机转速、负荷以及其他状态的变化进行精确地控制，改变可燃混合气的空燃比只需控制喷油器开启的时间，使燃油均匀

地分配给各个气缸，因而能很容易地满足各种工况的要求。

2. 在任何工况下都能获得精确空燃比的混合气

在化油器发动机中，为了保证发动机在各种工况下都能供给适当空燃比的混合气，化油器中配置了各种油系或装置。这些油系和装置当发动机转速由低变高时，混合气都会出现短暂的变稀，此外由于各缸混合气分配不均匀，为了保证发动机正常运转，均需将混合气配置偏浓，这会导致燃油经济性和排放性能变坏。

而在电喷系统中，无论发动机转速和负荷怎样变化，都能连续精确地供应合适空燃比的混合气。这有利于排放控制和燃油经济性，使加速性能改善。

3. 加速性能好

在化油器发动机加速时，节气门开度突然加大，通过化油器的空气流量随之加大，由于液体燃料的惯性大于空气的惯性，燃油流量的增加比空气流量的增长要慢，加速的瞬间会造成混合气过稀，因而在现代化油器中设置了加速加浓装置。在低温时，进气歧管中温度低，流经进气歧管中油粒蒸发雾化比较差，因此在有些发动机上还加装了辅助加速泵。由于这些附加的燃油要经过进气歧管、进气道才能进入发动机，因而加速过程中较为迟缓。

在电喷系统中，由于喷油器装在进气门附近，汽油又以一定的喷油压力从喷油器喷出，形成雾状，极易与空气混合，从而使送至气缸的混合气空燃比及时地随节气门开度变化而立即改变。

4. 良好的起动性能和减速减油或断油

绝大多数电喷发动机都是通过检测冷却液温度、起动转

速、起动经历次数和时间等因素来确定起动时混合气的浓度，因而可以做到精确的空燃比控制。而在化油器发动机中是无法考虑冷却液温度，起动次数等影响的。

汽车减速时，节气门关闭，由于惯性的作用，发动机还会高速地运转一段时间，进入气缸的空气量减少，进气歧管内的真空度增大。在化油器发动机中此时会使粘附于进气歧管壁面的汽油蒸发后进入气缸，使混合气变浓，燃烧不完全，汽车排气中炭氢含量会增加。

在电喷发动机中，当急减速节气门关闭而发动机转速超过预定转速时，喷油就会自动停止，使排气中炭氢化合物含量减少，同时也改善了燃油经济性。在缓慢减速时，ECU 也会及时地减少喷油量。

5. 充气效率高

在化油器发动机中，由于化油器喉管的节流作用，使发动机充气量减少，从而影响发动机的动力性能。

在电喷系统中，汽油以一定的压力从喷油器喷出雾化良好的燃油，可和空气充分地混合，不需要喉管，因而进气截面增大，还可利用进气惯性吸进更多的混合气。

二、环保发动机的结构特点

环保发动机结构的最大特点是安装了有反馈控制空燃比的氧化传感器和控制单元组成的三元催化转化系统，如图 1-2 所示。

三元催化转化器在不同空燃比时的转换效率如图 1-3 所示，可见，只有在理论空燃比附近的被叫做“窗口”的狭窄空燃比范围，才能使三种废气成分同时获得较高的净化效率。

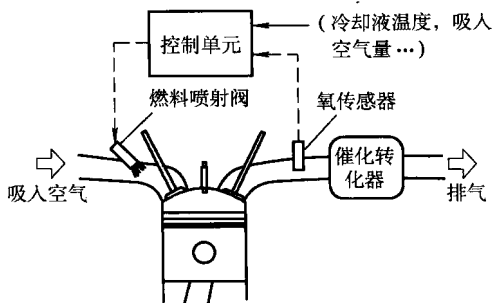


图 1-2 三元催化转化系统

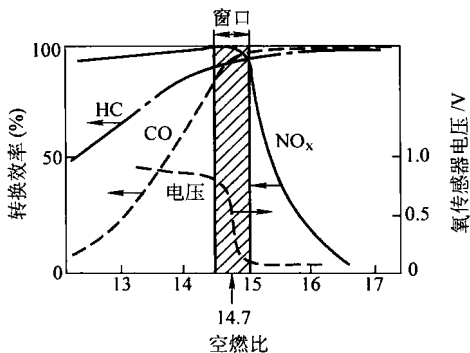


图 1-3 三元催化转化器的空燃比特性

三元催化转化系统空燃比反馈控制的工作过程是：排气系统安装的氧传感器检出排气中的氧浓度送到控制单元，控制单元将得到的氧传感器信号用以判断混合气比理论混合气稀还是浓，再将其与其他传感器送到的吸入空气量、冷却液温度等信号综合进行处理，通过电子控制的燃油供给系统向气缸喷入适当的燃油量，将空燃比始终控制在理论空燃比附近最小范围内，使三元催化转化器发挥出最大的转化效率。

2005 年 12 月 31 日起, 北京销售的汽车排放已要求必须达到国 III 标准, 2007 年 7 月 1 日起, 中国生产销售的汽车也必须达到国 III 标准。国 III 标准发动机与国 II、国 I 标准发动机相比, 空燃比控制要求精度更高, 由于一个氧传感器闭环反馈控制系统的控制精度较低, 即空燃比的窗口较宽, 难以满足国 III 排放标准要求, 因此, 国 III 标准发动机普遍使用双氧传感器排气净化系统, 如图 1-4 所示。

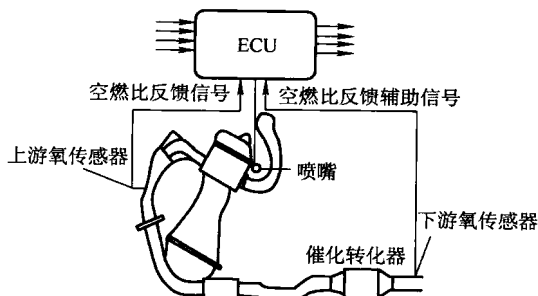


图 1-4 双氧传感器排气净化系统示意图

因为通过三元催化转化器后的气体的未燃成分少, 故由此得到的氧含量更能反映燃烧的混合气的实际情况, 使空燃比的控制精度更高。带有这种系统的发动机与带有单氧传感器闭环反馈控制系统的发动机相比, 其空燃比更接近理论空燃比, 空燃比的分散减少 (图 1-5), 即空燃比的变化变小。

氧传感器是三元催化转化器转化效果的一个关键元件, 为了更精确控制空燃比, 许多欧 III 发动机都使用了宽域氧传感器, 由于宽域氧传感器的高的检测精度, 因而其用于安装三元催化转化系统的汽车发动机时, 发动机的实际空燃比范围较小, 并更接近理论空燃比, 如图 1-6 所示。

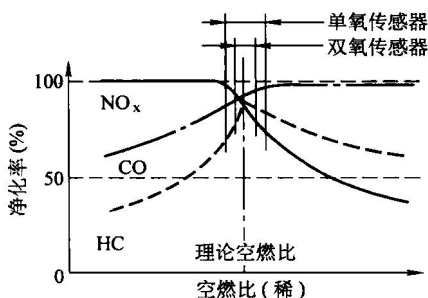


图 1-5 单氧传感器系统与双氧传感器的空燃比窗口示意图

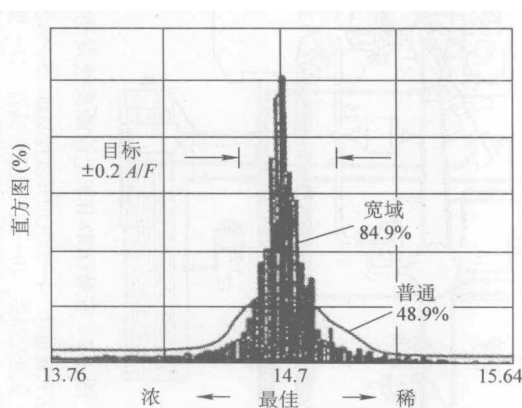


图 1-6 宽域与普通氧传感器的控制精度比较

为了更好地控制汽车尾气排放，北京市又于 2006 年 12 月 1 日起要求所有销售的轿车必须加装 OBD-II 车上诊断系统，安装 OBD-II 车上诊断系统发动机结构如图 1-7 所示。

安装 OBD-II 车载诊断系统发动机主要功能如表 1-1 所示。

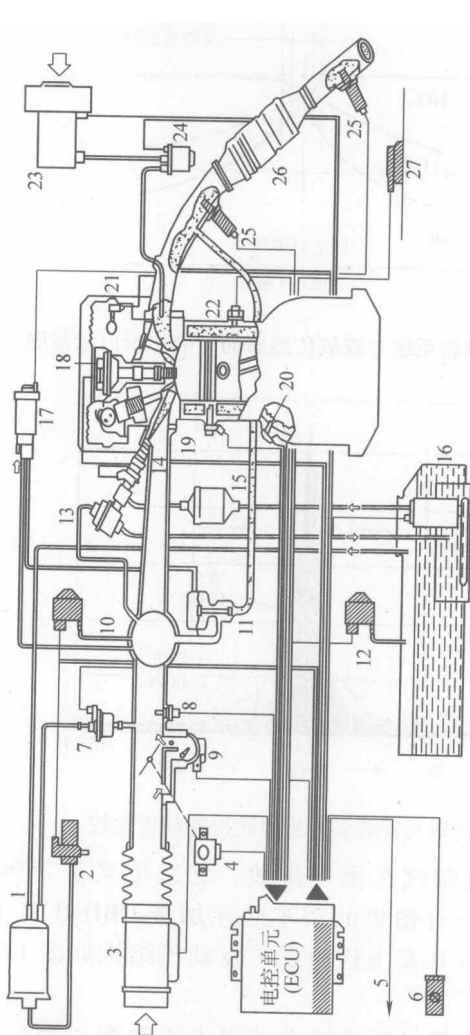


图 1-7 安装OBD-II车上诊断系统发动机结构

- 1—炭罐 2—截止阀 3—空气流量计 4—节气门开度控制器 5—诊断接口 6—故障警告灯 7—净化阀
 8—空气温度传感器 9—怠速控制器 10—进气歧管传感器 11—排气再循环阀 12—压差传感器
 13—燃油压力调节器 14—燃油器 15—燃油滤清器 16—油泵 17—压力控制器 18—点火线圈 19—爆燃传感器
 20—转速传感器 21—凸轮轴位置传感器 22—冷却液温度传感器 23—二次空气泵 24—二次空气阀 25—氧传感器
 26—催化转化器 27—车身和底盘修理提示传感器

表 1-1 安装 OBD-II 车载诊断系统发动机主要功能

系 统 监 测	监测所有与排放相关的系统和部件
部件保护	防止关键部件的损坏（如三元催化转化器）
应急反映	设定故障忽略或“跛行回家”方式
信息储存	储存故障发生时刻的有关信息
超标限制	有害排放物超过标准时报警
信息读取	可在维修站利用检测设备读取故障信息

从环保发动机结构特点和发展可以看出：无论是何种排放标准，何种结构的环保发动机，控制排放均是以保证空燃比控制精度，保证三元催化转化器最大转化效率为中心进行的。环保发动机空燃比反馈控制三元催化转化系统是控制排放的核心，它的工作好坏决定了环保发动机油耗动力等工作状况，决定了环保发动机是否正常工作，决定了环保发动机废气排放的高低。因此，要想控制好环保发动机的排放就应当从最大限度保证空燃比控制精度，最大限度保证氧传感器、三元催化转化器正常工作入手，针对环保发动机结构特点，改变传统的以保障发动机润滑系统工作为中心的定期保养意识、方法、技术和产品，充分认识了解各种环境因素对环保发动机的影响，采用新的、先进的、以保障环保发动机空燃比反馈控制三元催化转化系统正常作为为中心的定期保养意识、方法、技术和产品，从而实现对排放的控制。