

《柴油车污染物排放限值及测量方法
(自由加速法及加载减速法)
(征求意见稿)》编制说明

标准编制组

二〇一七年八月

目录

1 项目背景.....	210
1.1 任务来源.....	210
1.2 工作过程.....	210
2 行业概况.....	211
2.1 行业排污现状.....	211
2.2 污染防治技术分析.....	212
3 标准修订的必要性.....	221
3.1 国家及环保主管部门的相关要求.....	221
3.2 相关产业政策及行业规划的要求.....	222
3.3 行业发展带来的环境问题.....	222
3.4 柴油车排放控制技术已经取得实质性进展.....	225
4 现行环保标准及实施情况.....	226
4.1 现行标准及存在问题.....	226
4.2 修订原则及总体思路.....	227
5 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....	229
5.1 国内概况.....	229
5.2 国外概况.....	231
6 标准主要技术内容.....	235
6.1 适用范围.....	235
6.2 标准结构框架.....	235
6.3 术语和定义.....	236
6.4 污染物排放限值的确定及制定依据.....	236
6.5 检测要求.....	247
6.6 外观检验.....	251
6.7 OBD 检验.....	251
6.8 信息记录和报送要求.....	252
7 实施本标准的减排效益.....	252
7.1 成本分析.....	252
7.2 效益分析.....	253
8 对实施本标准的建议.....	255
9 参考文献.....	255

1 项目背景

1.1 任务来源

机动车排放已经成为很多大中城市的主要污染源,《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB3847-2005)的实施,对控制在用柴油车的排放发挥了重要的作用。近年来,随着我国机动车保有量的快速发展,国家出台了一系列的法规、规划以及相关的技术政策,对机动车排放控制提出了更高的要求。GB3847-2005 已经难以适应新形势下的环境保护工作。环境保护部在《关于开展 2012 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》(环办函〔2012〕503 号)中,下达了修订国家环保标准《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB3847-2005)和《确定压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值的原则和方法》(HJ/T241-2005)的任务。本次标准修订计划项目编号为:2012-4 和 2012-5,由中国环境科学研究院机动车排污监控中心承担该标准的修订任务,合作单位为北京理工大学。

1.2 工作过程

(1) 成立编制组

本项目任务书下达后,环境保护部机动车排污监控中心联合协作单位北京理工大学成立了标准编制组。

(2) 前期研究及调研

2012 年 1-9 月,根据任务要求,标准编制组对《在用柴油车污染物排放限值及测量方法》修订的必要性、修订的主要内容和制定方案均进行了讨论,确定了初步的标准制订计划。随后,编制组对北京市、天津市、河北省、辽宁省、江苏省、浙江省、广东省等地进行了调研,对已制定地方标准地区的实施情况进行了调研和详细摸底,掌握了地方环保部门在实施标准中遇到的问题和提出的新需求,为标准的顺利制定打下了基础。同期与相关汽车生产企业座谈调研。

(3) 方案讨论

标准编制组召集有关专家对在用柴油车的标准修订计划进行讨论。同期我们

对北京、河北、江苏、浙江、广东、辽宁、重庆等省市的在用车环保检测机构的排放数据进行收集和分析。

（4）标准开题

2014 年 5 月，完成《在用柴油车污染物排放限值及测量方法》开题报告。论证委员会提出本标准与相关标准(HJ241)协调和统一，将标准题目修改为《在用柴油车污染物排放限值及测量方法》。6 月~7 月，与测试设备企业、相关专家、主要地方环保部门召开《在用汽油车污染物排放限值及测量方法》讨论会，对主要内容进一步讨论。

（5）车辆测试及分析

2014 年 7 月开始对相关车辆进行排放测试，对数据进行分析。

（6）2014 年 7 月~2015 年 6 月，分析数据，提出修改方案和思路。2015 年 7 月，完成《在用柴油车污染物排放限值及测量方法（初稿）》及其编制说明。

（7）标准征求意见稿

2015 年 8 月~2017 年 4 月，《在用柴油车污染物排放限值及测量方法》几经讨论和修改，形成《柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）（征求意见稿）》和编制说明。

2 行业概况

2.1 行业排污现状

2015 年，全国汽车排放一氧化碳（CO）3009.1 万吨，碳氢化合物（HC）358.4 万吨，氮氧化物（NO_x）539.1 万吨，颗粒物（PM）53.6 万吨。其中，柴油车排放的氮氧化物（NO_x）接近总量的 70%，颗粒物（PM）超过 90%。

柴油汽车的污染物排放量分担率见图1。

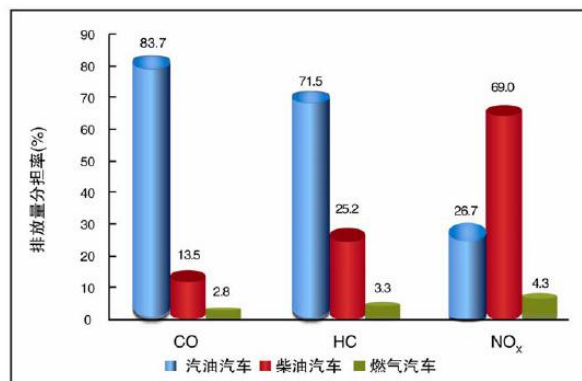


图1 不同燃料类型汽车的污染物排放量分担率

标准编制组还分析了市场上销量较大以柴油车为主的商用车主流品牌的排放情况，见图2。结果表明，各品牌排放情况及合格率差距较大，有些品牌的合格率仅为50%多。

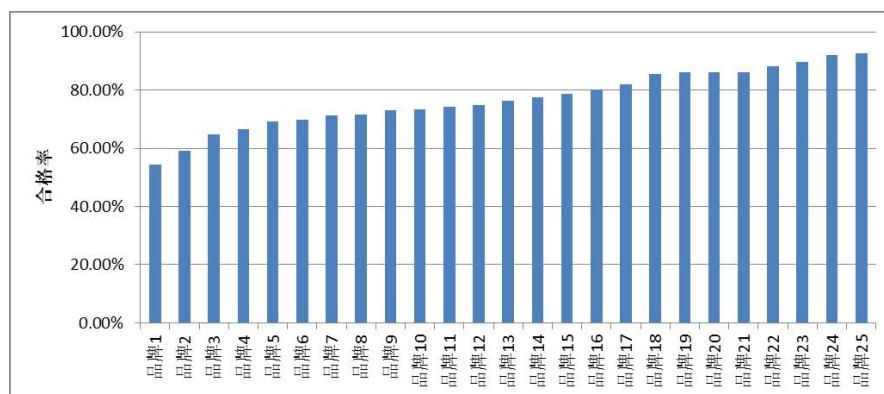


图2 不同商用车品牌合格率

标准编制组还进一步分析了典型品牌商用车在不同里程下的排放情况。结果表明，各品牌合格率随行驶里程逐步下降，但5万公里以内的新车合格率较低，新车的环保生产一致性需要加强。

2.2 污染防治技术分析

2.2.1 机内控制技术

(1) 柴油机高压共轨系统

高压共轨系统的主要优点是它可以在宽广的范围内改变喷射压力和喷射时间，通过将油压产生过程和燃油喷射控制过程分开考虑实现上述控制。

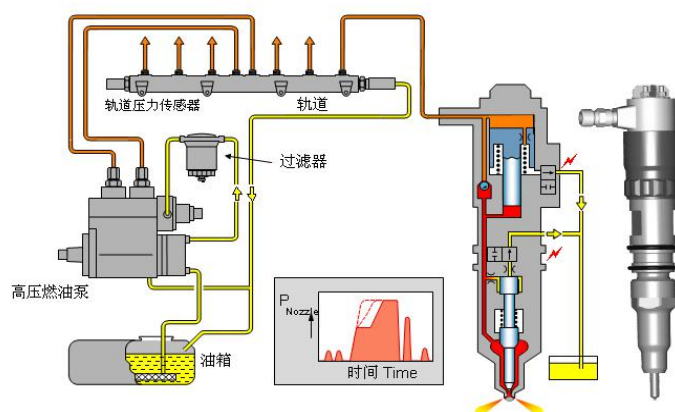


图3 柴油机高压共轨系统

高压共轨系统中最重要的部件是喷油器，通过高速电磁阀控制喷油器的开启和关闭，使得对每个气缸的单独喷射控制成为可能。和其他电磁阀控制的燃油喷射系统不同的是，高压共轨系统是在电磁阀打开的时候喷油。因为所有喷油器中的燃油都来自共轨系统的公用轨道，所以称为“共轨燃油系统”（图3）。

高压供轨系统的关键零部件是电磁喷油器。喷油器的核心是一个高速电磁阀。电磁阀没有通电时，来自高压油轨的高压柴油作用在喷油器柱塞下方的压力室中，向上的液压力和柱塞上方控制室中的压力，以及柱塞弹簧的预紧力相平衡，这时喷油器不喷油。当电磁阀通电时，在电磁力的作用下，电磁阀电枢克服上方弹簧的弹力向上移动，打关闭压力室的球阀，压力控制室中的高压油路和上方的低压油路相通，压力下降，由于节流孔的作用，高压油轨中的高压柴油来不及补充到压力控制室中，因此喷油器柱塞上方压力快速下降，喷油器针阀抬起，喷孔喷出高压柴油进入燃烧室。

当电磁阀断电时，电磁阀电枢在弹簧力的作用下迅速下降，关闭球阀，高、低油压油路之间的连接断开，在控制室内迅速建立起油压，针阀落座，停止喷油。

（2）柴油机电控泵喷嘴 UI

柴油机电控泵喷嘴系统在ECU的控制下，在合适的压力和精确的时刻将准确数量的燃油喷入气缸内，在发动机整个运行和整个生命周期范围内都需要保证上述控制的精度。泵喷嘴系统取消了传统供油系统中的高压油管，这对改善喷油系统的特性非常有益。

UI泵总成:是以一个泵的形式进行工作，它具有一个延长臂，高压电磁阀就装在其中，泵体内部的通道将高压室和电磁阀/或者低压室联系在一起，泵喷嘴

通过特殊的夹具安装在气缸盖上。

泵喷嘴系统的主要组成如下：

高压系统：泵喷嘴的高压系统包含泵体总成、摇臂和随动弹簧。

高压电磁阀：高压电磁阀控制喷射的启动和喷射持续期，它的主要元件有电磁线圈、电磁线圈针阀、电枢、磁芯和电磁阀弹簧。

喷嘴总成：喷嘴将精确计量的燃油雾化分配到燃烧室中，控制喷射率曲线，并通过喷嘴螺帽固定在气缸盖上。

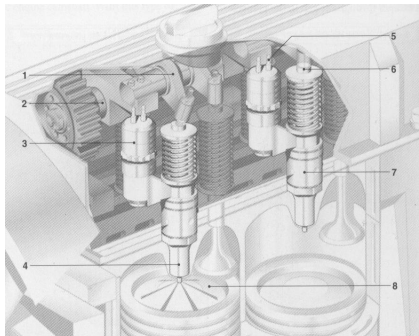


图 4 车用柴油机泵喷嘴

1-摇臂 2-发动机凸轮轴 3-电磁阀 4-喷嘴总成 5-电器接头 6-油泵柱塞 7-泵喷嘴 8-柴油机燃烧室

当泵喷嘴位于驱动凸轮的基圆上时，柱塞在弹簧力的作用下上行，电磁阀针阀开启，低压柴油进入泵喷嘴，并充满系统中低压油腔和高压油腔，这时高低压油腔应连在一起，整个系统处于低压状态，喷油器针阀处于关闭状态。

当驱动凸轮旋转到凸起部分时，凸轮开始压缩柱塞，此时柱塞下行，压缩进入泵喷嘴中的柴油，电磁阀未上电时，电磁阀针阀仍处于开启状态，高低压油腔相连，喷油器处于关闭状态，此时不能建立油压。。

柱塞在驱动凸轮的作用下继续下行，ECU控制电磁阀针阀落座（图中向右移动），高压油路和低压油路之间的连接断开，实现进入高压油腔中的柴油在柱塞压力的作用下压力迅速升高，克服喷油器针阀弹簧的预紧力，开启喷油器，喷入柴油。

一旦电磁阀针阀断电，在电磁阀针阀弹簧压缩力的作用下，电磁阀针阀开启，高、低压油腔相通，高压油腔压力迅速下降，停止喷油。

（3）柴油机电控单体泵

燃料供给系统不仅要满足废气排放和噪声的要求，还要满足经济性的要求，因此必须有改变喷射时刻的能力，单体泵通过电子控制的电磁阀能够满足对喷射

始点和喷射终点的控制使用单体泵能够满足上述要求。。

采用全电子控制车用柴油机电控单体泵系统优点如下：

对空间尺寸的要求小，安装灵活方便，传统的发动机气缸盖设计可满足要求；具有刚性和紧凑的驱动系统，成本低、响应迅速、控制精度高、维修保养方便、燃料供给计量精度高，可以实现各缸供油的单独控制，能够实现个别气缸的断缸控制，以优化部分负荷工况的排放水平和燃油消耗量。

柴油机单体泵和泵喷嘴供油系统很相似，所不同的是，单体泵系统通过高压油管将油泵和喷油嘴连接起来。单体泵是模块化设计，油泵集成在发动机机体的一侧，它具有以下优点：不需要重新进行气缸盖设计；因为没有摇臂，所以是杠体驱动。单体泵的结构特点如下：单体泵的高压油管都很短，长度要求一致，因为高压油管能够承受喷射过程的最大供油压力和喷油间隔中的高频压力波动，所以要求使用高强度的无缝钢管。一般所使用的无缝钢管的内径是1.8mm，外径为6mm。

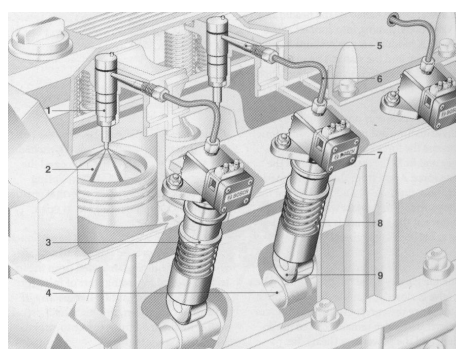


图 5 柴油机单体泵

1-喷油器 2-柴油机燃烧室 3-单体泵 4-发动机凸轮轴 5-高压油管接头 6-高压油管 7-电磁阀
8-回位弹簧 9-滚子挺柱

与电控泵喷嘴系统的工作原理类似，其油压的建立也是通过电磁阀控制实现的。当控制针阀处于一定位置时，高、低压油腔之间的连接断开，在驱动凸轮的作用下，油泵柱塞压缩事先进入高压油腔的柴油，通过高压油管，高压柴油输送到喷油器，克服喷油器弹簧的预紧力，将柴油喷入气缸。

控制电磁阀断电时，在控制针阀弹簧弹力作用下，开启控制针阀，高低压油腔相通，高压油腔压力迅速下降，喷油器停止喷油。

2.2.2 柴油机废气再循环（EGR）

柴油机废气再循环的作用和汽油机相同，主要目的也是通过降低最高燃烧

温度达到降低NO_x排放的目的。废气再循环分为热循环和冷循环，前者废气不经过冷却，直接与进气混合进入气缸；后者是经冷却器冷却后引入气缸。从降低NO_x的效果和发动机动力性能的角度综合考虑，应使用冷循环。由于柴油机总是过氧燃烧，所以柴油机需要较大的EGR率来降低NO_x的排放。直喷式柴油机的EGR率可以超过40%，非直喷式可以达到25%。

在增压柴油机中，再循环废气一般流到增压器后的进气管中，以免沾污到增压器叶轮。为防止增压压力大于排气压力时再循环废气的倒流，要在EGR阀前加一个单向阀，以便利用排气脉冲进行EGR。

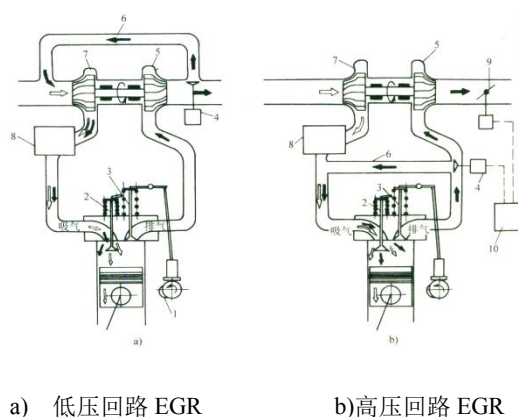


图 6 外部 EGR 方式

根据EGR的回流方式，车用增压柴油机的EGR系统分为外部EGR和内部EGR两种方式。内部EGR很少使用，主要使用外部EGR。外部EGR又根据进、排气管的联结方式不同分为低压回路和高压回路两种方式，如图6所示。低压回路EGR方式是直接联接压气机7入口端和废气涡轮图5出口端来实现EGR的方法（6a）。由于压气机7的入口处为负压，而废气涡轮5出口处为正压，所以通过联接适当的EGR回流管6，就可以很容易实现EGR。

由于这种方式的废气直接流过压气机7和中冷器8，容易造成对压气机的腐蚀和中冷器的污染等。考虑到实施EGR后对发动机耐久性和可靠性的影响，通常采用高压回路EGR的方式（6b），即直接联结压气机后的中冷器8出口端和废气涡轮5入口端来实现EGR，由于这种EGR方式的废气不流过压气机和中冷器，所以不存在对压气机和中冷器的腐蚀和污染问题。但是可靠的EGR率取决于排气压力和进气压力之差，特别是在中、大负荷时，由于增压进气压力提高，很难实现EGR。为此，通过节流排气的方法提高排气压力，以拓宽可实施EGR的领域，但这种措施由于泵气损失增加而影响燃油经济性。

2.2.3 机外后处理技术

(1) 柴油机颗粒捕集器 (DPF)

柴油机颗粒捕集器主要功能是从排气中去除颗粒物，捕集器的压力降是可作为颗粒收集数量的指示器。当捕集量超过一定体积时，需要进行再生。颗粒燃烧的温度需要在 550-600℃ 以上，而柴油机在正常情况下，排气一般达不到此温度，只能通过采取其他辅助措施才可以达到这个温度。例如：在后处理器前的排气系统中采用后喷射技术，通过燃烧燃油或电加热来提高排气温度（见图 7）；或通过电控系统在发动机燃烧室内提供后喷，提高发动机排气温度；通过氧化型催化转化器的放热，提高排气温度，可在燃料中添加燃油添加剂来降低颗粒物燃烧或达到发生催化反应温度等。

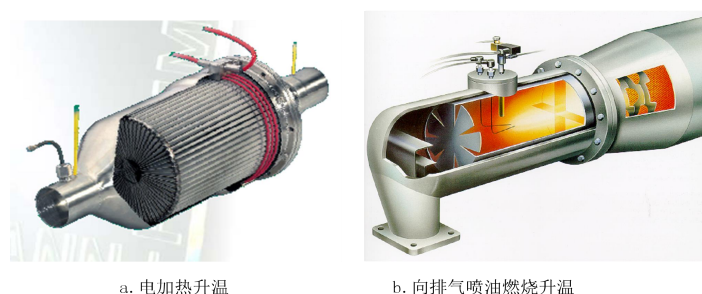


图 7 柴油机颗粒捕集器的再生方式

目前实际应用中比较具有可行性的颗粒过滤器有两类：流通式或部分流式过滤器 (FT-DPFs 或 PDPF 及 POC) 和壁流式过滤器 (WF-DPFs)。

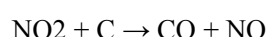
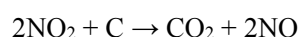
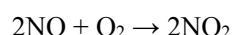
柴油车用壁流式颗粒过滤器 (WF-DPFs) 是一种安装在车辆排气系统中，通过拦截全部排气中的固态物质来降低颗粒物排放的技术。通常对颗粒物的净化效率可以达到 90% 以上。柴油车壁流式颗粒过滤器 (WF-DPFs) 可以降低碳烟的排放，同时在催化剂的配合下，对排气中的多环芳烃、硝化多环芳烃等由柴油车颗粒物活性诱变的有毒有机物也有很高的转化效率。

壁流式过滤器采用蜂窝陶瓷的过滤材料，结构特点是：在气流入口端将每个通孔堵住，在气流出口端，入口端将隔板堵住通孔，这样强迫全部气流都从通孔壁面流过，从而使气流得到过滤。

含有颗粒的排气从左边进入过滤器。由于过滤器出口端被堵住，排气不能直接排出该通道，而是穿过过滤通道多孔壁面后从另一个通道排出。在穿透通道

壁面的过程中，颗粒物沉淀在过滤壁面上入口一侧。

目前实际应用的颗粒过滤器系统中，有相当一部分都是采用被动再生技术，其基于的工作原理是：通过氧化催化，将排气中的 NO 转化成 NO₂，使进入颗粒过滤器气流中具备足够的 NO₂（理论上 NO₂ 和碳颗粒完全反应时的质量比为 7.7:1），NO₂ 与碳颗粒反应，转化成气态的 CO₂、CO、NO，从而实现颗粒过滤器的再生。



采用上述工作原理的被动再生技术，NO₂ 与碳颗粒的比例应该控制在一定范围，NO₂ 过少，不能有效将碳颗粒转化掉；NO₂ 过高，将增加 NO_x 排放。

CRT（连续再生系统）系统中，在颗粒捕集器前面放置一个氧化型催化转换器，将废气中的 NO 氧化成 NO₂。在温度超过 250℃ 时，捕集器中收集的颗粒在 NO₂ 的作用下，能够连续燃烧，燃烧温度比传统颗粒捕集器中使用 O₂ 进行燃烧的温度要低。

在 CRT 系统中使用温度传感器和微分型压力传感器，在颗粒捕集器下方放置一个碳烟传感器，检测系统的运行状况。目前 CRT 系统正在公交车队中进行行车试验，有望在商用车上得到应用。由于氧化型催化转换器对燃料中的硫十分敏感，要求使用低硫燃油。

通过把催化剂覆盖在过滤器上，可以把氧化型催化转换器和颗粒捕集器结合在一起，这种类型的过滤器被称为催化型过滤器（CSF），有时也被称为催化型柴油机颗粒过滤系统（CDPF）。

（2）柴油机氧化催化器（DOC）

柴油机氧化型催化反应器一般安装在排气系统中靠近发动机一侧，以便能尽快达到优化运行温度，它能够减少碳氢和一氧化碳的排放量，同时也可以消除颗粒排放中的一部分有机成分，它们将这部分废气转换为二氧化碳和水。

氧化型催化转换器已经得到了批量应用，特殊设计的催化转换器能够在减少 HC 和 CO 排放的同时也减少氮氧化物的排放，虽然氮氧化物的转换效率只有

5~10%。柴油车氧化型催化转化器（DOCs）对总的颗粒物降低比例取决于排气颗粒中可溶性有机物（SOF）的百分比。根据发动机的技术水平和工作状况，可溶性有机物质在发动机排出的颗粒物中，约占25%到50%（质量比率），通常DOCs对可溶性有机物质的转化效率最高可达到90%以上，同时DOCs对排气中的CO和HC的净化效率最高可达90%以上。降低SOF的排放对人体健康来说尤其重要，因为SOF颗粒在直径和数量上，是柴油车排放颗粒物对人体健康危害最严重的部分。

目前DOC在柴油机上大多都不单独使用，而是和其他的后处理装置：如DPF联合使用，如下图。

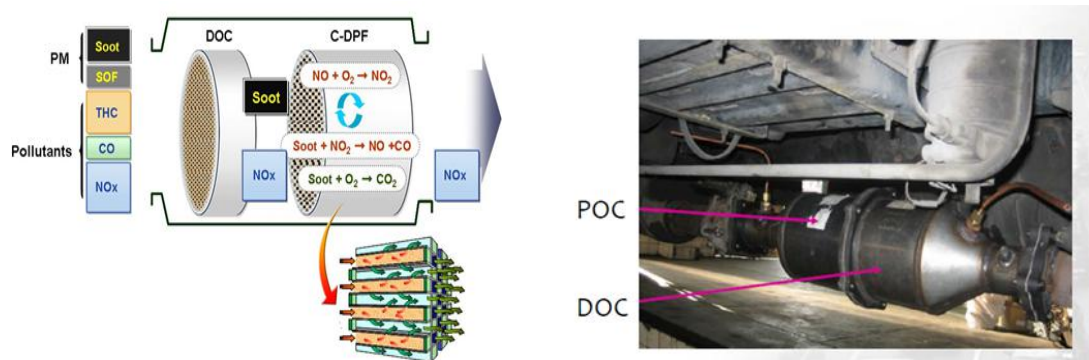


图 8DOC 和 DPF 联合使用示意图

（3）柴油机SCR系统

SCR 是 Selective Catalytic Reduction 的简称，即选择性催化还原，其基本工作原理是在排气中加入还原剂（NH₃ 或 HC 等），然后在催化剂的作用下对排气中的 NO_x 进行还原。由于柴油机属于富氧燃烧，排气中 O₂ 浓度比 NO_x 浓度高两个数量级以上，但由于催化剂的配方独特，SCR 的催化作用具有很强选择性，NO_x 的还原反应被加速，还原剂与 O₂ 之间的氧化反应则受到抑制。



图 9 实车上的 SCR 及尿素罐

NO_x 选择性催化还原技术作为有效的排气后处理措施最初应用在锅炉、焚

烧炉和发电厂等固定式的污染源上以降低 NO_x 的排放（美国 Engelhard 公司发现了氨/尿素 SCR 催化剂工作原理，并于 1957 年申请专利，后日本在该国环保政策的驱动下，成功研制出现今广泛使用的 V₂O₅/TiO₂ 催化剂，并分别于 1977 年和 1979 年在燃油和燃煤锅炉上成功投入商业运用，经过近 30 年的发展，用于固定源烟气脱硝的 SCR 技术相对成熟）。因其在控制 NO_x 和燃油经济性方面的优异表现，现在成为满足欧 IV 以上法规的车用柴油机的后处理主要技术路线之一。

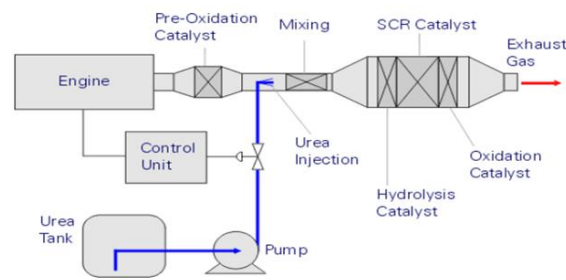
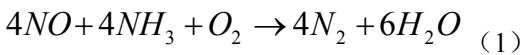


图 10 SCR 系统的工作原理

SCR 过程是利用氨作为还原剂注入含 NO_x 的排气系统中，NO_x 在以贵金属、碱金属氧化物或沸石等催化剂的作用下被还原为 N₂ 分子和水，反应适宜的温度为 285—400℃。催化剂的组成和活性对 SCR 方法的处理效率影响很大。

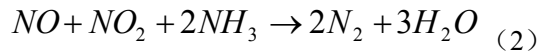
在还原剂喷射点之前放置一个氧化型催化转换器能够提高转化效率，在 SCR 的下游放置一个氧化型催化转换器（NH₃ 催化器）能够防止产生 NH₃ 污染。

NH₃-SCR 反应的基本原理是作为还原剂的 NH₃ 首先附在催化剂表面的酸性位上，然后气相中的 NO_x 组分和催化剂表面吸附的 NH₃ 进行反应，生成 N₂。SCR 反应可在温度为 300℃-500℃左右的气氛中进行。该反应可以去除柴油机排气中绝大部分的 NO_x，同时也能不同程度的降低部分 HC 和 CO。NH₃-SCR 的化学反应机理复杂，有标准 SCR 反应、快速 SCR 反应、缓慢反应和一些不希望发生的副反应。



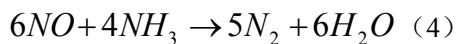
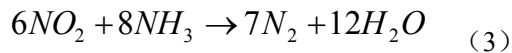
柴油机的 NO_x 排放中 NO 占 90%以上，而且柴油机排气中又是富氧环境，因此式（1）称为 SCR 的标准反应，这个反应在温度 300℃-400℃时有较高的反应速率，但在温度较低时（250℃，如柴油机冷起动），NO_x 转化率较低。当增加 NO_x 的 NO₂ 比例时，可以提高低温时 NO_x 转化率，此时主要是反应（2）起

主导作用，当 NO 与 NO₂ 的浓度之比为 1 时，NO_x 转化率最高。



公式（2）表示的反应在低温时的反应速率是标准 SCR 反应的 17 倍，故称为快速 SCR 反应。温度低于 200℃ 时，NO_x 转化率随着 NO₂ 的比例增加而线性增加。温度在 300℃ 左右时，随着 NO₂ 的比例增加，NO_x 转化率只是略有增加。然而当 NO₂ 的比例继续增加到大于 NO 的比例时，SCR 反应速率反而降低。主要是因为多余的 NO₂ 会按反应（3）进行，而该反应速率和标准相比较低。但当温度高于 350℃ 时，NO_x 转化率将不受 NO₂ 比例的影响。

公式（3）称为 SCR 缓慢反应，而当 NO 比例很高又在缺少 O₂ 条件下发生反应（4），该反应也极其缓慢，也被称为 SCR 缓慢反应。



当温度过低（200℃ 以下）或温度过高（450℃ 以上）时，SCR 反应中还会伴随一些副反应，造成 NO_x 转化率下降或催化剂活性下降。

SCR 系统中发生的是硝基反应，利用还原剂，例如：将质量浓度为 32.5% 的稀释尿素，经过精确计量后喷入到燃烧废气中去，通过水解反应催化剂将尿素中的氨提炼出来。

在 SCR 催化器中，氨和 NO_x 发生反应，生成 N₂ 和水，现今 SCR 催化转化系统能够进行水解反应，因此不需要单独的分离单元。

3 标准修订的必要性

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

2015 年最新发布的《中华人民共和国大气污染防治法》第五十三条明确：“县级以上地方人民政府环境保护主管部门可以在机动车集中停放地、维修地对在用机动车的大气污染物排放状况进行监督抽测；在不影响正常通行的情况下，可以

通过遥感监测等技术手段对道路上行驶的机动车排放的大气污染物状况进行监督抽测，公安机关交通管理部门予以配合。”

国务院印发的《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65号）提出加快区域内机动车排污监控平台建设，重点治理重型柴油车和高排放车辆。

2013年9月，国务院印发了《大气污染防治行动计划》，提出加快淘汰黄标车和老旧车辆。采取划定禁行区域、经济补偿等方式，逐步淘汰黄标车和老旧车辆。到2015年，淘汰2005年底前注册营运的黄标车，基本淘汰京津冀、长三角、珠三角等区域内的500万辆黄标车。到2017年，基本淘汰全国范围的黄标车。加强在用机动车年度检验，对不达标车辆不得发放环保合格标志，不得上路行驶。

3.2 相关产业政策及行业规划的要求

为加强在用车污染防治工作，推进机动车环保检验工作的规范化发展，环境保护部、公安部、国家认监委《关于进一步规范排放检验加强机动车环境监督管理工作的通知》提出有效衔接机动车排放检验和安全检验，严格执行机动车排放检验制度。机动车生产企业和相关人员应依法进行机动车排放检验。机动车排放检验机构应当严格落实机动车排放标准要求，并将数据实时上传。要优化机动车排放和安全技术检验流程，加强机动车排放检验信息联网核查，强化在用机动车环保监督抽测工作。

发展改革委、环境保护部、科技部等十二部委联合发布的《加强“车、油、路”统筹，加快推进机动车污染综合防治方案》（发改环资〔2014〕2368号）明确要求：完善环保检验制度，健全OBD（车载诊断系统）管理制度，将排放记录作为年检的重要内容，对排放不达标车辆不得发放环保合格标志。积极运用物联网技术建立机动车环保标志管理系统，实现环保标志电子化、智能化管理。2015年起开展环保检验机构专项整治工作，对所有检验机构进行全面核查，对弄虚作假、玩忽职守的机动车尾气检测机构，依法依规予以处罚，纳入黑名单管理，并向社会公布。

3.3 行业发展带来的环境问题

2015年全国机动车保有量达到2.79亿辆，其中汽车16169.7万辆，低速汽车955.3万辆，摩托车8877.5万辆。根据最新消息2016年全国汽车产销量超过

2800 万辆，再次突破纪录，连续八年为世界汽车产销第一大国。2015 年柴油车保有量 2028.7 万辆，占汽车保有量的 12.6%。2009~2015 年间，我国柴油车稳步增长，年均分别增长 12.1%（见图 11），柴油车污染物排放对环境空气质量的影响日益显现。

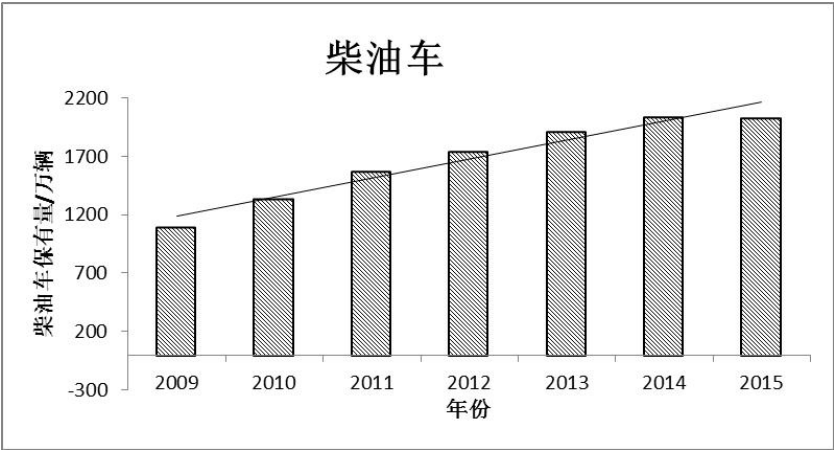


图 11 柴油车保有量

2009~2015 年间，我国柴油车保有量稳步增长，各项污染物排放量也呈现增长趋势。以碳氢化合物排放为例，2010~2015 年，汽油车 HC 排放量分别为 225.5、236、241.3、245.4、248.4、256.4 万吨，年均增长 2.3%，各项污染物排放见图 12。

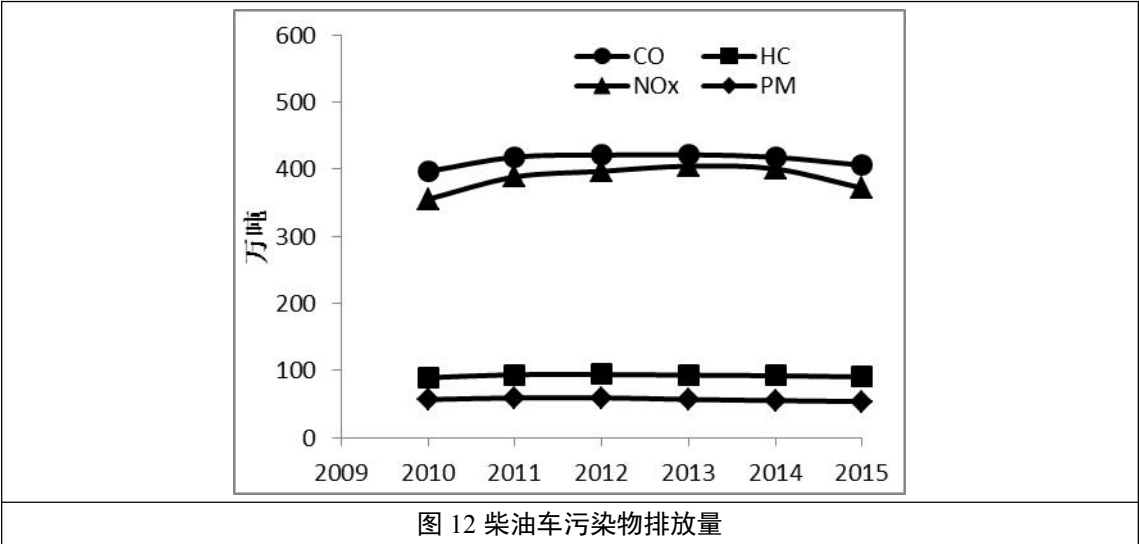


图 12 柴油车污染物排放量

根据《环境统计年报》公布的数据，2015 年，全国氮氧化物排放量为 1851.9 万吨。其中，工业氮氧化物排放量为 1180.9 万吨，占全国氮氧化物排放量的 63.8%；生活氮氧化物排放量为 65.1 万吨，占全国氮氧化物排放量的 3.5%；机动车氮氧化物排放量为 585.9 万吨，占全国氮氧化物排放量的 31.6%，其他行业氮氧化物排放 0.3 万吨，占总排放的 0.02%。柴油车排放量 372 万吨，占全国氮

氧化物排放量的 20.1%，见图 13。

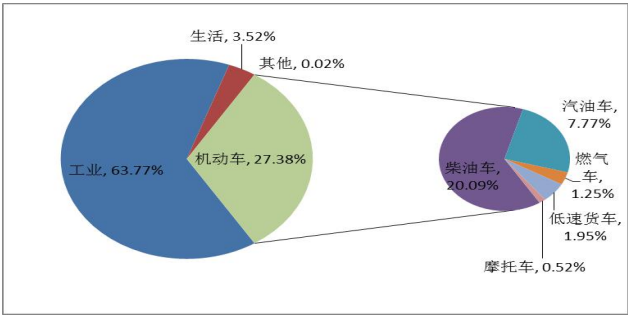


图 13 2015 年全国氮氧化物排放清单

2015 年全国机动车四项污染物排放总量 4532.2 万吨，比 2014 年削减 0.3%。其中一氧化碳（CO）3461.1 万吨、碳氢化合物（HC）430.2 万吨、氮氧化合物（NO_x）584.9 万吨、颗粒物（PM）56.0 万吨。其中柴油车排放一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物分别为 406.0、90.2、372.0 和 53.6 万吨，见图 14。

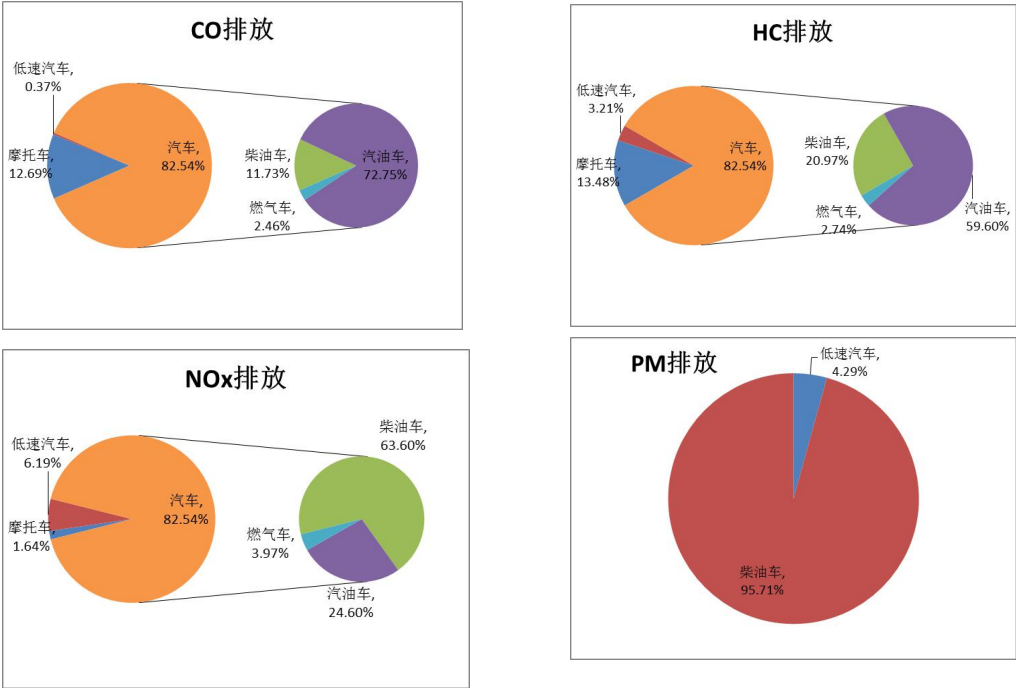


图 14 机动车污染物排放分担率

柴油车排放的氮氧化物和颗粒物是影响城市环境的主要污染物。氮氧化物是臭氧重要的前体物质之一，而柴油车排放的颗粒物是 PM_{2.5} 的重要来源。而且尾气管排放的高度与人群呼吸带相同，排出的污染物长时间在街道与楼群中滞留，对人体健康造成最直接的危害。

3.4 柴油车排放控制技术已经取得实质性进展

2005 年柴油车标准《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》（GB17691-2005）及《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》（GB3847-2005）颁布以来，汽车企业为了满足氮氧化物及颗粒物排放要求，不断研究开发新的污染控制技术，目前已经形成比较成熟的柴油车机内排放控制技术和机外后处理技术。

柴油车机内排放控制通过改善燃烧过程，减少有害气体的产生。机内净化方法主要有推迟喷油、提高喷油喷射速率、优化喷油规律、采用高压喷射、排气再循环、加强进气涡流、采用分隔燃烧室等。可以概括为两点：①控制预混合燃烧以降低 NO_x ；②促进扩散燃烧降低颗粒。目前主要通过①提高喷射压力，改变供油系统，发展电子控制供油体系；②组织气流运动，发展废气涡轮增压与中冷技术及废气再循环技术。目前比较成熟的机内控制技术主要包括电控高压泵喷嘴、电控高压单体泵、电控高压共轨技术、柴油机废气再循环 EGR 技术。

柴油机排气净化后处理控制技术主要有吸附滤清和催化反应两种方法，其中催化反应方法与汽油机的催化转换方法基本一样。但需要说明的是，柴油机由于是富氧燃烧，目前还不能有效的还原氮氧化物，现在应用的主要还是氧化催化反应器；催化反应剂会将排气中的 SO_2 转换为 SO_3 ，额外增加颗粒物的排放，所以柴油机催化转换技术只适合使用低含硫量的柴油。由于柴油机的排气污染物中含有大量颗粒成分，这些颗粒成分主要靠过滤器、收集器等装置来捕获收集，以降低向大气中的污染物排放量。收集器也可作为其他排放物的净化装置，降低柴油机 NO_x 排放的 NO_x 还原催化转换器的研究也取得了阶段性的研究成果，目前比较成熟应用较多的后处理技术包括柴油机氧化催化器（DOC）、柴油机颗粒捕集器（DPF）、选择还原技术（SCR），其中 DOC 和 DPF 技术是降低柴油车颗粒物排放的后处理技术，SCR 技术是降低柴油车氮氧化物的后处理技术。为了达到国家第四和五阶段排放标准，汽车制造企业往往采用多种后处理技术组合来达到排放标准。

4 现行环保标准及实施情况

4.1 现行标准及存在问题

GB3847-2005 已发布实施了九年，对于压燃式发动机汽车的烟度排放控制，无论是新车还是在用车，都发挥了重要作用。按照标准规定，对新生产发动机要进行环保型式检验，环境保护部发布型式核准自由加速烟度值。在新车环节，制造厂合格入库或出厂的汽车均要进行自由加速烟度测量，烟度排放不得超过环保型式核准批准值加 0.5m^{-1} ，否则不得出厂。在在用车环节，规定采用自由加速法进行烟度环保定期检验，各类型各阶段机动车应达到相应的排放限值。另外标准还规定，在机动车保有量大、污染严重的地区，可采用标准规定的加载减速法进行，加载减速法烟度限值由省级人民政府组织制定。但随着机动车环保体系的完善以及相关环保标准的实施，本标准已经逐步不能适应管理要求，主要存在以下问题：

（1）关于新生产汽车部分内容已经不适合目前管理要求。随着新生产机动车国家第三、四、五阶段排放标准的实施，在新生产发动机和新车环保型式检验时，增加了进行 ELR 负荷烟度测试以及瞬态的颗粒物排放测试。测试结果表明，如果发动机排放满足 ELR 负荷烟度测试和瞬态颗粒物排放测试，新生产发动机的自由加速烟度就必定达标，因此 GB3847-2005 标准中关于新车型式核准时自由加速烟度测试的相关规定已经没有实际意义，因此本次修订将删除相关内容规定。

（2）GB3847-2005 中缺少国 III 及以后阶段汽车在用时排放测试相关规定。随着新生产机动车国家第三、四、五阶段排放标准的实施，我国的柴油车保有量中已经存在大量的达到国 III、国 IV 甚至国 V 阶段排放标准的汽车，但 GB3847-2005 中并没有包括符合国 III 排放标准及以上车型的排放限值。另外压燃式发动机汽车标准 GB17691-2005 要求自国 IV 阶段后开始增加了车载诊断系统（OBD）要求，而对在用车进行排放检验时，GB3847-2005 中没有规定 OBD 检查的相应要求。

（3）柴油车定期检验时缺少氮氧化物测试要求。在《国民经济和社会发展规划“十二五”规划纲要》和《国民经济和社会发展规划第十三个五年规划纲要》中，均

明确把氮氧化物列为“十二五”和“十三五”四项污染物减排约束性指标之一，机动车已成为“十二五”和“十三五”氮氧化物总量减排工作的重要组成部分。据我国机动车污染防治年报数据表明，2015年柴油车排放氮氧化物占汽车总排放量的69.0%，本次修订将在GB3847中增加在用柴油车进行NO_x排放检测的规定。

（4）高海拔地区柴油车排放限值规定，由于我国新生产机动车等效采用欧洲排放标准，在新车型式检验没有对生产企业提出高海拔的要求，导致在用车环节，我国许多位于高原地区的城市中，柴油车环保定期检验检测率偏低，甚至出现过新车上线检测就不达标的情况，因此本次修订需对高原地区限值进行研究。

另外，GB3847-2005标准内容，侧重于检测方法，缺少检测项目、检测流程及检测环节方面的规定，需要补充和完善相关内容。综上所述，需要对GB3847-2005进行修订。

4.2 修订原则及总体思路

4.2.1 修订原则

本次修订过程中秉承以下原则：

（1）与我国有关的环境法律法规、标准协调配套，与环境保护方针政策一致。

（2）在实现环境保护目标的同时，促进国家汽车产业的调整与发展，实现保护环境与汽车产业发展的双赢，推动我国汽车产业的优化发展。

（3）我国地域辽阔，经济发展不平衡，综合考虑新车与老旧车的差别，重点地区和一般城市的差别，高原地区和平原地区的差别等，制定符合我国国情的排放标准。

（4）以推动先进技术车辆为依托，淘汰高排放车辆，促进车辆技术的进步。

（5）力求使标准科学合理，技术可行，经济合理。

4.2.2 总体思路与方法

本次修订的基本思路：新车部分以汽车企业环保型式检验申报数据为基础，借鉴发达国家法规标准进行研究；在用车部分以地方环保部门机动车环保定期检验数据为基础，再辅助一定的实际测试部分，重点测试柴油车烟度和氮氧化物。

同时也要考虑高海拔地区柴油车排放问题，具体见下图。修订本标准还将依据 GB3847-2005 《车用压燃式发动机和压燃式发动机排气烟度排放限值及测量方法》的修订情况增加氮氧化物等限值。

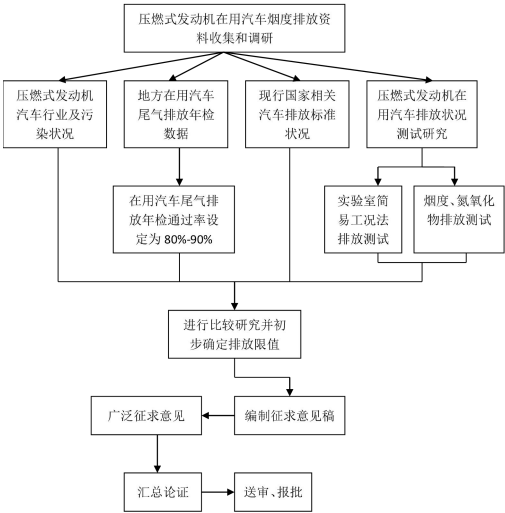


图 15 标准修订技术路线图

本次修订的主要方法：

（1）关于自由加速和加载减速烟度排放限值

研究欧洲、我国国内关于国 III 标准以上汽车的自由加速排放法规，征求汽车排放法规方面专家的意见，结合汽车企业申请环保型式核准证书时申报材料中提交的自由加速烟度排放数据，确定国 III 及以上排放阶段汽车自由加速的排放限值，将确定的限值采用我国实际年检数据进行验证，通过统计分析，确定出适合于国 III 和国 IV 在用车的自由加速烟度排放限值。

加载减速法测试数据也是基于城市年检数据，对收集的数据按轻型车和重型车、生产日期以及不同基准质量进行分类，分别计算烟度监测数据在该基准质量分类下出现监测数据的频率，并由此推算监测数据累计频率。分析各阶段车辆排气污染物相对浓度与累积频率关系，根据具体车辆达标率制定烟度排放限值。

（2）关于柴油车 NO_x 测量

对柴油车测量 NO_x 进行调研分析，并利用目前在用车年检分析仪与新车台架测试仪进行一定的发动机台架对比试验，研究在年检中进行柴油车 NO_x 测量的可行性。若可行，确定测量方法和排放限值。测量方法尽量以目前加载减速法为原型进行，在加载减速法工况上进行微调，调整原则以兼顾 NO_x 和烟度检测为准。

（3）关于车载诊断（OBD）系统检查

按照《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车车载诊断（OBD）系统技术要求》（HJ437-2008）相关规定增加车载诊断(OBD)系统的内容。研究美国和欧洲国家关于在用车辆 OBD 系统规定要求，确定 GB3847 修订中关于车辆 OBD 的规定。

（4）关于高原地区特别排放限值

调度分析青海、云南等地处高原的省市烟度检测数据，研究在这些地区放宽限值的必要性和合理性。如必要，提出高原地区特别排放限值。

5 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

5.1 国内概况

我国汽车排放标准基本上是参照欧洲体系制定的。1983 年我国发布了第一批 3 个汽车排放标准，其中就有《汽油车怠速污染物排放标准》(GB3842-83)。另外两个分别是《柴油车自由加速烟度排放标准》(GB3843-83)和《汽车柴油机全负荷烟度排放标准》(GB3844-83)，同时配套了三个测量方法标准。这三套标准的发布标示着我国从那时起开始对机动车污染排放的控制。早期 GB7258-87《机动车运行安全技术条件》就纳入了这些标准的有关规定条款，要求对登记注册的新车和在用车进行排放检测，这对城市汽车污染控制起到了积极作用。

1993 年国家环保局对 GB3843-83 和 GB3844-83 重新进行编号，发布了《柴油车自由加速烟度排放标准》(GB14761.6-93)和《汽车柴油机全负荷烟度排放标准》(GB14761.7-93)，以及相应配套的测量方法标准。《柴油车自由加速烟度排放标准》(GB14761.6-93)对在用车的路检、年检等尾气排放常规监督工作在当时起了积极的作用。

随着发动机技术以及排气烟度检测技术的不断发展，参考欧洲共同体委员会 96/96/EC 指令中对压燃式发动机汽车排气可见污染物排放的相关规定，2005 年发布了《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB3847-2005)，修订和补充 GB14761.6-93 内容，增加了在用汽车自由加速法检测的不透光烟度测量和加载减速法烟度检测。

GB3847-2005 里详细规定了加载减速法测试方法，规定排放检测由三部分组成。首先要进行预先检查，保证受检车辆与证件的一致性以及进行检测的安全性；第二是检查检测系统和车辆状况是否适合进行检测；最后要上线进行检测，检测由检测系统控制自动进行。排气烟度检测要自动采集 VelMaxHP 点、90%VelMaxHP 点和 80%VelMaxHP 点三组检测状态下检测数据，检测数据主要是三个工况点下的排气光吸收系数 k 以及最大轮边功率，排气光吸收系数采用不透光烟度计检测。功率扫描过程中实测的最大轮边功率不得低于制造厂规定的发动机标定功率的 50%。

由于我国各地经济发展极其不均衡，各地机动车排放水平差距较大，全国规定统一的排放限值比较困难，因此 GB3847-2005 并未规定加载减速法烟度排放限值，加载减速法烟度限值由各地根据本行政区内车辆排放状况自行制定地方限值标准，但制定过程中可以参考 2005 年由原国家环境保护总局发布的环境保护标准《确定压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值的原则和方法》（HJ/T 241—2005）。GB3847-2005 制定发布之前，除北京之外，我国还没有地区采用过加载减速法进行检测，无法判断加载减速法检测的适应性如何，也不掌握各地区车辆用加载减速法检测的达标情况，因此无法在标准里规定统一最低限值，只提供了制定限值的原则和方法以及推荐限值范围。但目前 GB3847-2005 已经实施将近 9 年，实施加载减速法检测的地区已经有 13 个省市自治区，已经能够确定加载减速法实施状况，掌握了大量一手检测数据，因此已经可以在 GB3847 修订中加入加载减速法排气烟度限值要求。

自 2005 年 GB3847-2005 标准颁布后，我国 13 个省市自治区制定并发布了加载减速法地方限值，但各地制定限值很少有地区按照标准推荐的方法选用本地区实际车辆进行测试，制定限值，大都参考 HJ/T 241—2005，选择推荐限值中较高限值。

根据中国机动车污染防治年报公布显示，北京、上海、浙江、山东、广东、重庆、江西、新疆、陕西、吉林和辽宁等 13 个省份发布了在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值标准（见表 1）。

表 1 柴油车加载减速法地方标准颁布情况

序号	省（区、市）	标准名称	标准编号
----	--------	------	------

1	北京市	在用柴油车加载减速烟度排放限值及测量方法	DB 11/121-2010
		在用三轮汽车和低速货车加载减速烟度排放限值及测量方法	DB 11/183-2010
2	上海市	在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB 31/379-2007
3	浙江省	在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB 33/843-2011
4	山东省	压燃式发动机在用轻型汽车排气烟度排放限值	DB 37/1945-2011
5	广东省	在用压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法（加载减速工况法）	DB 44/593-2009
6	重庆市	压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB 50/345-2010
7	江西省	在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB36/618-2011
8	新疆维吾尔自治区	在用压燃式发动机轻型汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB65/2882-2008
9	陕西省	在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB61/440-2008
10	吉林省	在用柴油车加载减速法排气烟度排放限值及测量方法	DB22/T 1537-2011
11	辽宁省	压燃式轻型在用汽车排气烟度排放限值(加载减速工况法)	DB21/1416-2006
12	海南省	在用压燃式发动机汽车排气烟度排放限值（加载减速工况法）	DB46/230-2012
13	福建省	在用压燃式发动机汽车加载减速法排气烟度排放限值	DB 35/1301-2012

我国的香港地区也有对柴油车定期检测制度，对于所有的柴油车要求其自由加速烟度不高于 50HSU 或者 1.61m^{-1} ，随机选择 10%左右高排放柴油车进行加载减速烟度检测。

5.2 国外概况

发达国家对在用车的治理是与新车排放水平相辅相成的。柴油机由于压缩比比较高，并且总是在过氧条件下燃烧，混合气的平均空燃比比理论空燃比大，因此 CO、HC 排放低于汽油机，但颗粒物、黑烟以及 NO_x 排放却非常突出。因此国际上多数国家使用自由加速不透光烟度法作为在用车定期检测测量方法，检测方法限值规定见表 2。

表 2 世界主要地区柴油车检测规定

国家/地区	检测方法	限值	
欧盟	自由加速法	欧四前	自吸式发动机汽车 2.5m^{-1}
			涡轮增压式发动机汽车 3.0m^{-1}
		欧四后	1.5m^{-1}
美国加州	自由加速法	1991 年份以前	55%
		1991 年份及以后车辆	40%
日本	自由加速法	93,94 排放法规前	50%
		符合 93,94 排放法规	40%
		93,94 排放法规后	25%

5.2.1 欧洲

(1) 欧盟

欧盟 2003 年发布的 2003/27/EC 指令中规定在用压燃式发动机汽车检测方法为自由加速烟度法。排放限值采用 2 种方法规定，一是要求企业在新车上粘贴铭牌，标注型式核准批准值加 0.5m^{-1} 。如果没有铭牌或者铭牌上没有标注烟度限值，或者成员国决定不采用标牌烟度值作为在用车排放限值，可以用规定的限值。此指令目前经过修订形成指令 2009/40/EC，但对于排放规定没有大的改动，部分欧盟成员国也对柴油车定期检验有所规定，具体见表 3。

表 3 欧盟成员国在用柴油车检验规定

国家	检测方法	限值
奥地利	自由加速法	铭牌值
德国	OBD	
法国	遵照欧盟法规	
塞浦路斯	OBD	
斯洛文尼亚	OBD	
罗马尼亚	OBD	
意大利	OBD	
丹麦	自由加速法	铭牌值
希腊	自由加速法	铭牌值

西班牙	自由加速法	铭牌值
瑞典	自由加速法	铭牌值

重型柴油车的 OBD 要求始于欧盟 IV 阶段排放法规，主要用于诊断后处理装置和 EGR 系统故障，标准规定当 NO_x 排放超出标准限值的某一倍数时，分别采取 OBD 报警提示或者降低输出扭矩等措施。

（2）非欧盟国家

除欧盟外，欧洲的其他国家也对在用柴油车检测或检验有所规定。白俄罗斯要求 M1 和 N1 类汽车进行环保定期检验，采用自由加速法测量烟度，自吸式发动机汽车限值 1.2m⁻¹（或者 40%），涡轮增压式发动机汽车 1.6m⁻¹（或者 50%），同时规定要测量最高转速下烟度，排放不得超过 0.4m⁻¹。

挪威和土耳其规定按照欧盟法规执行。瑞士规定采用自由加速法测量烟度，限值为铭牌值，但限值允许高于铭牌值 0.3 倍或 0.3m⁻¹。对装有 OBD 的汽车，要检查 OBD 亮灯情况以及 OBD 存储记忆，OBD 烟度限值为自吸式发动机汽车限值 2.5m⁻¹，涡轮增压式发动机汽车 3.0m⁻¹。瑞士还规定在高海拔地区，自由加速烟度限值可以放宽，当海拔高度高于 600 米后，每增加 400 米，不透光烟度限值可以增加 0.25m⁻¹。

5.2.2 美国和加州

美国自上世纪 80 年代开始对各种在用车排放检测技术进行深入细致的研究。美国各州政府先后颁布实施了具有不同特点的在用车排放检测方法。尽管如此，迄今为止，美国在用车排放方法研究和监管重点仍还是汽油车。各州柴油车的检测规定由各州自行规定，EPA 没有统一的规定。但美国 EPA 在 2001 年就发布了将 OBD 检查作为 I/M 检测的一部分的技术导则。由于 EPA 要求新生产重型汽车的 OBD 在 2004 年后才逐步实施，因此 OBD 检查在 I/M 检查中的规定主要针对轻型汽油车。到目前为止，该技术导则还没有更新。

加州自 1988 年以来实施了重型车辆检测（HDVIP）和定期烟度检测项目（PSIP），规定柴油和公交车队每年要进行检测和维修，检测方法为自由加速烟度法。HDVIP 项目由美国加州 ARB 进行，主要是在边境口岸、公路巡逻站以及随机挑选的路边检测点位进行监测，是一种监督抽检制度，对象包括加州注册车

辆以及其他地区注册、在加州使用的车辆。PSIP 项目要求所有柴油车要进行年度烟度检测。HDVIP 和 PSIP 项目中，检测限值均为 1991 年前的车辆不透光烟度相对值不得超过 55%，1991 年后的车辆不得超过 40%。

5.2.3 亚洲

日本对在用柴油车环保定期检验也有要求，检测方法为自由加速烟度法，限值分为三个档次，对 93,94 排放法规前汽车不透光相对限值为 50%，符合 93,94 排放法规汽车限值为 40%，93,94 排放法规后汽车限值为 25%。

韩国规定在用柴油车定期检测或道路抽测可以采用 KD 烟度和加载减速法。KD 法限值依不同的车型不同而限值不同，不透光烟度相对限值 20%和 25%。加载减速法最大发动机转速、90%最大转速下以及 80%最大转速下烟度值均为 70%，对于涡轮增压发动机汽车，限值可以再增加 5%。详细见下表。

表 4 韩国柴油车 I/M 检测方法和限值

检测方法	车型	工况	限值
KD	小中型乘用车和卡车	-	25%
	大型乘用车和卡车		20%
Lugdown	大型汽车	最大发动机转速	70%（涡轮增压发动机可增加 5%）
		90%最大发动机转速	
		80%最大发动机转速	

5.2.4 部分国家关于高海拔区域的规定

虽然欧盟标准中没有对车辆提出要适应高原地区的要求，但也有国家和地区对在高海拔地区进行在用车定期检测有特别规定和特别限值。

瑞士在定期检测中规定，海拔高度高于 600 米以上地区，可以放宽自由加速烟度限值，规定每增加 400 米，不透光烟度限值增加 0.25m⁻¹。

玻利维亚在定期检测中规定，不同的海拔高度地区，自由加速烟度限值不同，海拔高度为 0~1500 米，限值为 2.44m⁻¹；1500~3000 米，限值为 2.80m⁻¹；3000~4500 米范围内，限值为 3.22m⁻¹。

秘鲁在环保定期检测中，也有关于不同海拔地区不同限值的规定，规定在

海拔高于 1000 米后，每增加 1000 米，自由加速烟度限值增加 0.25m^{-1} ，但最高不得增加 0.75m^{-1} 。

虽然目前国际上对在用柴油车测量方法以自由加速烟度为主，但自由加速烟度法仍是一种空载状态下的测量方法，对于车辆有负载时的排放情况仍然难以反应出来，尤其是对于采用涡轮增压技术的柴油车，因为其比自然吸气式的柴油车需要更长的起效时间。我国香港地区采用了柴油车的简易工况法-加载减速法来控制道路上黑烟车的行驶，取得了不错的效果。因而在 2005 年修订的 GB3847 标准里参考香港的经验加入了加载减速方法来测量柴油车烟度。

6 标准主要技术内容

6.1 适用范围

本标准规定了压燃式发动机汽车自由加速法和加载减速工况法两种排气污染物测量方法和排放限值。

本标准也规定了新生产和在用压燃式发动机汽车检验项目和检验流程。

本标准适用于新生产和在用压燃式发动机汽车。

6.2 标准结构框架

与 GB3847-2005 相比，本次修订对标准结构框架进行了调整。本次修订正文增加了检验项目、检验流程、外观检验、OBD 检验、数据记录要求。对本次标准修订框架的调整遵照机动车环保检测的流程进行，而不仅仅侧重规范上线检测过程。

与 GB3847-2005 相比，本次修订明确了在用车检验环节及其检验项目，标准的结构框架也进行了调整。由原来侧重于排放限值和测量方法，调整为外观检验、OBD 检验、上线检测等各个检验项目并重。同时也规定了注册登记、转移登记等环节检验或检测项目。

与 GB3847-2005 相比，本次修订删除了对新生产发动机烟度排放控制要求、新生产装用压燃式发动机汽车的排气烟度控制要求以及新生产未单独进行型式

检验发动机汽车排气烟度控制要求内容。但明确了下线检测方法，加强了生产企业对在用车的责任。

与 GB3847-2005 相比，本次修订增加了对柴油车的氮氧化物检测，并规定了检测方法和检测限值。

6.3 术语和定义

GB3847-2005 定义了净功率、压燃式发动机、冷启动装置、不透光烟度计、最高额定转速、最低额定转速、轮边功率、最大轮边功率、光吸收系数、发动机最大转速、实测最大轮边功率时的转鼓线速度、新生产汽车、在用汽车等术语。本次修订由于去掉了新生产汽车的部分内容，因此在术语中去掉了冷启动装置，增加了新生产汽车检验、在用汽车检验等术语定义。

6.4 污染物排放限值的确定及制定依据

6.4.1 新车检验限值

新车检测限值确定以现阶段新生产汽车型式检验实际值为依据。本次修订整理分析了符合国家第三、四阶段排放标准轻型柴油车 764 和 236 个车型。符合国家第三、四和五阶段重型柴油发动机机型 2723、3808 和 369 个，对这些车机型的自由加速烟度不透光烟度值进行整理分析，结果如下。

表 5 符合国 IV 和 V 标准车机型自由加速烟度排放情况

车型分类	最大值	最小值	平均值
轻型柴油车 III	2.25	0.07	0.63
轻型柴油车 IV	2.01	0.01	0.45
重型柴油机 III	2.58	0.03	0.45
重型柴油机 IV	0.78	0.00	0.26
重型柴油机 V	0.55	0.01	0.20

可以看出，轻型柴油车第四阶段和第三阶段排放水平相差不大，平均值接近。重型柴油机随着排放标准的下降，排放水平不断降低。由于轻重型柴油机排放的差距，本次修订将新车排放限值初步确定为 0.6m^{-1} ，主要用于各地注册登记

检验时的排放限值。

6.4.2 在用汽车检验限值

按照国务院推进黄标车淘汰进程，2017 年底我国全国范围内基本淘汰黄标车。对于压燃式发动机汽车，我国现存车辆将以电控发动机技术为主，国 IV 以后车辆加装了 OBD，并且普遍带有颗粒物和氮氧化物后处理装置。考虑到 GB3847-2005 和 HJ/T241-2005 中未进行轻重型区分，2017 年后将不存在国 II 以前的柴油车，因此本次标准排放限值不再按照排放阶段和车辆重量进行区分。

在用车污染物排放限值确定遵循技术确定排放限值的原则。根据车型制造和销售时所应达到的排放标准水平，同时考虑车辆在正常使用和维修保养情况下排放控制系统的正常劣化，来确定该车型的在用汽车排气污染物排放限值。一般高污染车辆控制在 10%~25%之间。标准修订中排放限值按以下原则确定：限值 a 以控制高污染车辆 10%~20%为目标，限值 b 以控制 30~40%高污染车辆为目标。本次修订中测量车辆和所选样本为国 III 及以上车辆，不包括国 III 前车辆。

（1）自由加速烟度排放限值

本次标准修订整理分析了北京、广州、深圳、厦门、杭州、南京、沈阳、长春、重庆、贵阳、西宁等 14 个城市共计 69.5 万条的自由加速烟度排放检测数据。

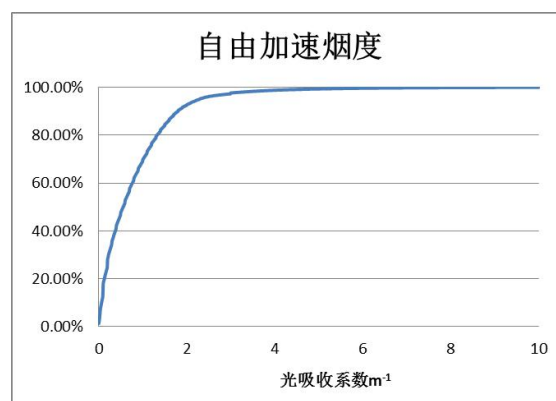


图 16 烟度值与累计频率关系图

可以看出，车辆烟度值为 $2.5m^{-1}$ 时，累计频率为 96.2%，合格率较高，这是因为随着黄标车的淘汰，车辆烟度排放大幅度降低，原标准规定的限值已经不再适应。烟度值为 $1.5m^{-1}$ 时，累计频率为 84.5%，基本符合限值 a 制定原则。烟度值为 $0.8m^{-1}$ 时，累计频率为 63.0%，基本符合限值 b 制定原则。

因此标准编制组给出以下限值建议值。

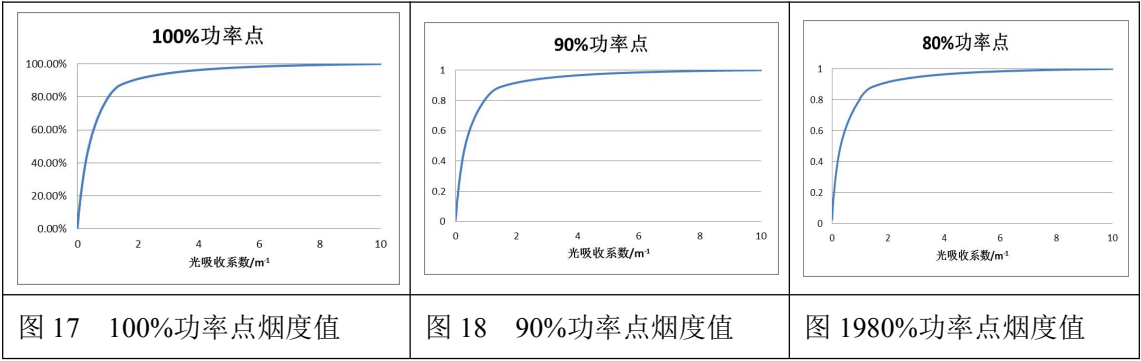
表 6 自由加速烟度排放限值建议

新生产汽车		0.6m^{-1}
在用汽车	限值 a	1.5m^{-1}
	限值 b	0.8m^{-1}

(2) 加载减速 Lugdown 限值

编制组整理分析了北京、广州、深圳、厦门、杭州、南京、沈阳、长春、重庆、贵阳、西宁等 14 个城市加载减速 28 万条排放检测数据。与自由加速烟度测量一致，加载减速排放限值也不再区分排放阶段和车辆重量。

结果如下：



可以看出，车辆烟度值为 1.39m^{-1} 时，100%功率点、90%功率点和 80%功率点烟度值累计频率分别为 87.0%、88.3%和 88.0%，合格率较高，这是因为随着黄标车的淘汰，车辆烟度排放大幅度降低，原标准规定的限值已经不再适应。烟度值为 1.2m^{-1} 时，100%功率点、90%功率点和 80%功率点烟度值累计频率为 84.1%、85.3%和 85.0%，基本符合限值 a 制定原则。烟度值为 0.7m^{-1} 时，100%功率点、90%功率点和 80%功率点烟度值累计频率为 68.9%、72.1%和 71.2%，基本符合限值 b 制定原则。

因此标准编制组给出以下限值建议值。

表 7 加载减速排放限值建议

新生产汽车		0.7m^{-1}
在用汽车	限值 a	1.2m^{-1}
	限值 b	0.7m^{-1}

6. 4. 3 高海拔地区限值

高海拔地区由于海拔的影响，内燃机燃烧不是很好，这对内燃机本身提出了更高的要求，由于我国的新车标准中缺少对高海拔地区车辆的要求，因此对于在用车来讲，应需要分析是否需要高海拔地区烟度放宽限值。

本次修订中，标准编制组对青海省西宁市环保检测数据进行了分析，其中自由加速烟度排放数据有 4700 条，按照目前标准规定的限值，合格率 90.62%，见图 20。

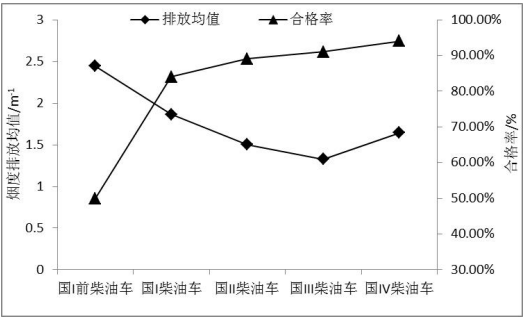


图 20 高海拔地区柴油车烟度排放情况

可以看出，在高海拔地区，自由加速烟度排放随着排放标准的加严，排放值下降，但国 IV 阶段车辆排放值却有所增加，这可能一方面由于汽车制造企业在青海地区销售的车辆，并没有采用高海拔污染控制策略，另一方面也不排除由于在青海等地注册登记缺少必要的查验环节，车辆并没有完全配备核准过的污染控制装置。利用前述限值 a 进行校验，发现高海拔地区合格率为 76.0%，基本符合标准制定原则。另外考虑到国 IV 以后车辆普遍配备 DPF 装置，颗粒物水平大幅度降低，基本不会有烟度排放，因此综合考虑不对高海拔地区限值进行放宽，执行与其他地区相同的排放限值。

6. 4. 4NO_x 排放限值及测试工况

由于柴油车排放氮氧化物远远高于汽油车，但是在汽车定期环保检测中，柴油车仅仅检测烟度，管理决策者往往无法获知柴油车氮氧化物的排放情况。另外，随着排放标准不断加严，柴油车排放控制技术不断发展与进步，符合国 III 排放标准以上车辆的烟度已经越来越低，对于新生产柴油机和柴油车其自由加速烟度值最小值已经达到 $0.00\sim0.07\text{m}^{-1}$ ，平均值为 $0.20\sim0.63\text{m}^{-1}$ 。我国的计量检定规程《透射式烟度计》JJG976-2010 标准里规定烟度计分辨力为 0.01m^{-1} ，最大允许误差 $N=\pm 2\%$ ，换算成光吸收系数 0.05m^{-1} 。该标准同时要求仪器测量的光系数与按照吸收比公式算出来的光吸收系数之间的差异也不得大于 0.05m^{-1} ，综合考

虑符合检定规程的不透光烟度计其绝对误差可能会达到 0.1m^{-1} ，因此对于符合国 III 或国 IV 甚至更高排放标准的车辆，可能会出现自由加速烟度值测量为 0 或者均集中在 0.1m^{-1} 值附近的情形，也可以说仪器的精度已经不能满足测试要求。因此本次修订考虑在柴油车环保定期检测中，增加氮氧化物排放检测，用于筛选符合国 IV 排放标准以上的高排放车。氮氧化物测试工况原则上应位于 GB17691 规定的控制区内，且 ESC 试验循环应在氮氧化物排放较高的工况。

(1) 确定测试工况。

标准编制组对 192 台符合国 III、国 IV 和国 V 排放标准的新生产发动机的 ESC 排放数据进行了整理分析，见下表。统计了发动机的 A、B 和 C 转速，并且对其加载减速工况中的 90%转速和 80%转速与控制区进行了比较分析。结果发现，所有发动机的 80%额定转速处于 A 转速和 C 转速之间，位于控制区内；65 台发动机的 90%额定转速高于 C 转速，超出了控制区范畴。

表 8 发动机转速与控制区

序号	额定转速	转速 A	80%	90%	转速 C
1	2600	1660	2080	2340	2410
2	1900	1143	1520	1710	1699
3	2600	1521	2080	2340	2319
4	2600	1525	2080	2340	2321
5	2600	1522	2080	2340	2320
6	2500	1528	2000	2250	2283
7	2300	1445	1840	2070	2135
8	2300	1429	1840	2070	2176
9	2300	1473	1840	2070	2178
10	3600	2215	2880	3240	3375
11	3200	2057	2560	2880	2952
12	3200	1901	2560	2880	2854
13	3200	1966	2560	2880	2889
14	3200	1966	2560	2880	2889
15	3200	2028	2560	2880	2928
16	3200	2072	2560	2880	2878
17	3200	2074	2560	2880	2982
18	3200	2115	2560	2880	2976
19	3400	2342	2720	3060	3200
20	3200	2118	2560	2880	2988
21	3200	2077	2560	2880	3021

22	3600	2540	2880	3240	3780
23	3600	2440	2880	3240	3830
24	2500	1476	2000	2250	2255
25	3600	2124	2880	3240	3253
26	3600	2150	2880	3240	3300
27	2500	1600	2000	2250	2300
28	2100	1230	1680	1890	1930
29	2200	1330	1760	1980	1970
30	2200	1330	1760	1980	1970
31	2200	1310	1760	1980	1950
32	2200	1260	1760	1980	1976
33	3600	2125	2880	3240	3375
34	1900	1260	1520	1710	1740
35	2500	1530	2000	2250	2270
36	2100	1265	1680	1890	1896
37	3200	1990	2560	2880	2890
38	3000	1900	2400	2700	2700
39	2100	1231	1680	1890	1939
40	2800	1660	2240	2520	2500
41	2200	1279	1760	1980	1967
42	2200	1249	1760	1980	2006
43	2300	1403	1840	2070	2058
44	2500	1500	2000	2250	2200
45	2600	1660	2080	2340	2410
46	3200	1924	2560	2880	2855
47	2600	1660	2080	2340	2410
48	2800	1710	2240	2520	2560
49	3200	2010	2560	2880	2910
50	2500	1550	2000	2250	2260
51	2500	1660	2000	2250	2319
52	2300	1345	1840	2070	2080
53	2300	1410	1840	2070	2090
54	2300	1390	1840	2070	2110
55	2300	1390	1840	2070	2110
56	2100	1350	1680	1890	1940
57	2100	1350	1680	1890	1940
58	1900	1210	1520	1710	1740
59	3600	2150	2880	3240	3300
60	3500	2020	2800	3150	3250
61	3500	2059	2800	3150	3354

62	2100	1295	1680	1890	1895
63	2400	1542	1920	2160	2175
64	2100	1270	1680	1890	1920
65	2500	1438	2000	2250	2231
66	1900	1260	1520	1710	1740
67	1900	1260	1520	1710	1740
68	1900	1260	1520	1710	1740
69	1900	1260	1520	1710	1740
70	1900	1260	1520	1710	1740
71	2300	1413	1840	2070	2138
72	2100	1335	1680	1890	1965
73	1900	1204	1520	1710	1736
74	2500	1497	2000	2250	2253
75	2100	1310	1680	1890	1915
76	1900	1265	1520	1710	1954
77	2000	1300	1600	1800	1820
78	2000	1300	1600	1800	1820
79	2000	1300	1600	1800	1820
80	2000	1300	1600	1800	1820
81	3600	2155	2880	3240	3225
82	2600	1556	2080	2340	2345
83	1900	1230	1520	1710	1790
84	1900	1230	1520	1710	1790
85	1900	1230	1520	1710	1790
86	2600	1590	2080	2340	2330
87	2600	1522	2080	2340	2320
88	1900	1232	1520	1710	1877
89	1900	1236	1520	1710	1878
90	2600	1590	2080	2340	2350
91	2600	1635	2080	2340	2370
92	1900	1130	1520	1710	1696
93	2600	1522	2080	2340	2320
94	3200	2010	2560	2880	2913
95	3200	2010	2560	2880	2913
96	3500	2100	2800	3150	3300
97	2500	1418	2000	2250	2219
98	2500	1500	2000	2250	2260
99	2500	1500	2000	2250	2260
100	2200	1285	1760	1980	1935
101	2200	1285	1760	1980	1935

102	1900	1190	1520	1710	1710
103	1900	1190	1520	1710	1710
104	2500	1425	2000	2250	2175
105	2500	1500	2000	2250	2250
106	2500	1500	2000	2250	2250
107	2800	1610	2240	2520	2510
108	3200	1955	2560	2880	2865
109	2600	1556	2080	2340	2345
110	1900	1260	1520	1710	1740
111	2300	1418	1840	2070	2054
112	2500	1472	2000	2250	2243
113	2300	1418	1840	2070	2054
114	2500	1425	2000	2250	2175
115	3200	1980	2560	2880	2880
116	3200	1980	2560	2880	2880
117	3200	1980	2560	2880	2880
118	2600	1615	2080	2340	2345
119	3600	2125	2880	3240	3175
120	2300	1418	1840	2070	2054
121	3000	1800	2400	2700	2700
122	4000	2038	3200	3600	3516
123	4000	2343	3200	3600	3528
124	3200	1899	2560	2880	2854
125	2800	1660	2240	2520	2500
126	3200	1980	2560	2880	2880
127	2600	1590	2080	2340	2350
128	3200	1900	2560	2880	2900
129	1900	1230	1520	1710	1790
130	2800	1700	2240	2520	2500
131	2500	1450	2000	2250	2250
132	3000	1950	2400	2700	2800
133	3200	2016	2560	2880	2840
134	1900	1200	1520	1710	1800
135	1900	1200	1520	1710	1800
136	1900	1200	1520	1710	1800
137	1900	1200	1520	1710	1700
138	1900	1200	1520	1710	1700
139	1900	1200	1520	1710	1700
140	1900	1200	1520	1710	1700
141	1900	1300	1520	1710	1900

142	3000	2032	2400	2700	3219
143	3400	2100	2720	3060	3100
144	2400	1545	1920	2160	2176
145	2000	1263	1600	1800	1822
146	3000	1819	2400	2700	2787
147	2200	1409	1760	1980	2056
148	2800	1926	2240	2520	2881
149	1700	1270	1360	1530	1980
150	1900	1176	1520	1710	1711
151	1900	1181	1520	1710	1714
152	1900	1181	1520	1710	1714
153	2000	1272	1600	1800	1816
154	2600	1600	2080	2340	2290
155	2600	1600	2080	2340	2290
156	2600	1600	2080	2340	2290
157	1900	1214	1520	1710	1725
158	1900	1214	1520	1710	1725
159	2600	1522	2080	2340	2320
160	3200	2041	2560	2880	2894
161	2100	1270	1680	1890	1910
162	2300	1440	1840	2070	2140
163	2100	1334	1680	1890	1978
164	1900	1201	1520	1710	1735
165	2500	1480	2000	2250	2241
166	2600	1600	2080	2340	2290
167	3200	1950	2560	2880	2850
168	2300	1418	1840	2070	2054
169	2200	1332	1760	1980	2006
170	2200	1322	1760	1980	1966
171	2100	1290	1680	1890	1916
172	2100	1314	1680	1890	1901
173	3800	2243	3040	3420	3450
174	3800	2195	3040	3420	3428
175	3800	2243	3040	3420	3450
176	2500	1490	2000	2250	2250
177	2100	1318	1680	1890	1911
178	1900	1250	1520	1710	1750
179	1900	1237	1520	1710	1755
180	3750	2090	3000	3375	3401
181	2800	1926	2240	2520	2881

182	2100	1334	1680	1890	1978
183	1900	1201	1520	1710	1735
184	2300	1399	1840	2070	2078
185	2500	1348	2000	2250	2188
186	2100	1321	1680	1890	1910
187	2000	1272	1600	1800	1816
188	2300	1370	1840	2070	2071
189	2100	1318	1680	1890	1911
190	1900	1200	1520	1710	1800
191	2100	1270	1680	1890	1915
192	2100	1270	1680	1890	1915

综上考虑，本次修订将加载减速中的 80%额定转速定为氮氧化物检测的工况点。

（2）限值制定

标准编制组将 ESC 十三工况中的 A100、A75、A50、B100、B75、B50、C100、C75、C50 等 9 个氮氧化物排放较高的工况点进行统计分析，结果如图 33 所示。分析表明，在 192 台发动机中，有 136 台发动机的 A100 工况既高于 B100 又高于 C100。比较 A100、A75 和 A50 三个工况点的排放情况，发现有 158 台发动机的 A100 高于 A75 和 A50 工况，因此可以认为在 ESC 工况中，A100 是氮氧化物排放水平最高的工况点。

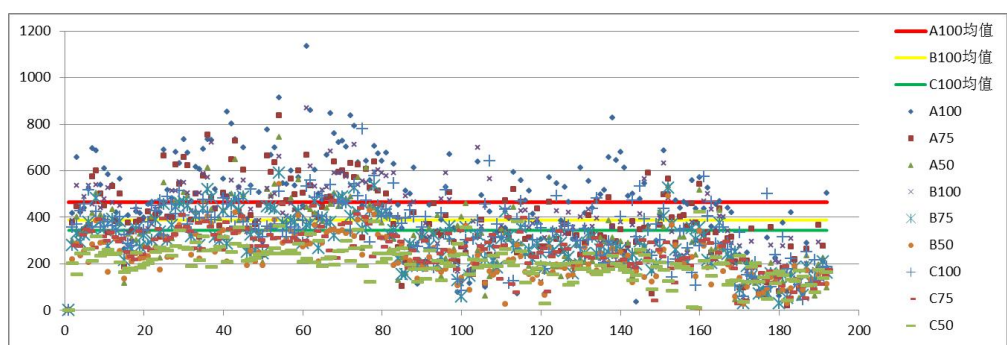


图 21 ESC 工况氮氧化物排放情况

因此标准编制组对 A100 工况点的 NO_x 排放情况进行了统计分析。A100 排放情况统计见下图。

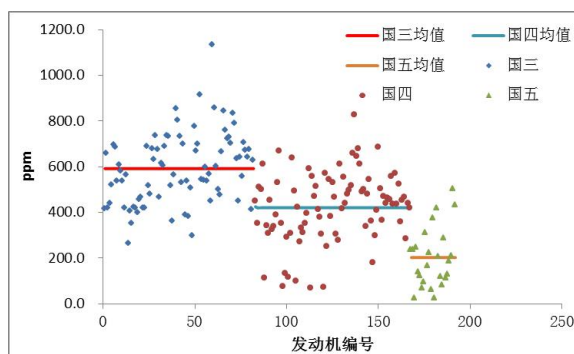


图 22A100 工况点氮氧化物排放情况统计

可以看出，随着排放标准的加严，A100 氮氧化物排放不断下降，A100 国 V 排放远低于国 III 排放，下降幅度约 65.85%。通过对发动机排放控制技术的统计，发现符合国 III 排放标准的发动机一般都不带后处理装置，国 IV 排放标准发动机一般采用 SCR、EGR+POC 以及 DOC+POC 三种排放控制技术路线，国 V 排放标准发动机一般采用 SCR 和 DOC+DPF 两种排放控制技术路线。因此本次修订拟对符合国 IV 排放标准以上柴油车进行氮氧化物检测。依据《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排放控制系统耐久性要求》（HJ438-2008）规定，符合国 IV 排放标准以上汽车，应保证其污染控制装置在有效寿命期内正常运转，对于 M1、M2 和 N1 类柴油车，有效寿命为 10 万公里，M3、N2 以及小于 16t 的 N3 类柴油车，有效寿命为 20 万公里，M3 及大于 16t 的 N3 类柴油车有效寿命为 50 万公里。本次修订将符合国 III 和国 IV 排放标准的发动机 A100 工况的最大排放值，并按照 HJ438 规定的劣化系数进行劣化得到的值，作为柴油车定期检测的排放限值。经过计算，本次修订在用柴油车环保定期检测的氮氧化物排放限值 a 和限值 b 初步确定为 1200 和 900ppm。

（3）整车限值验证

由于 NO_x 排放限值确定是以发动机排放为基础，并考虑一定的劣化，标准编制组在北京、广东、上海和杭州等地的检测场对实际车辆进行了测试。测试车辆 251 辆，对在用柴油车氮氧化物排放限值进行了验证，其中国 III 车辆 180 辆，国 IV 车辆 71 辆。对其氮氧化物排放进行了统计分析，因其排放结果与排放阶段无明显规律，统计未区分排放阶段，结果见下图。用前述确定的 1200ppm 和 900ppm 的限值进行校验，车辆达标率为 45.4%和 21.9%，达标率偏低。

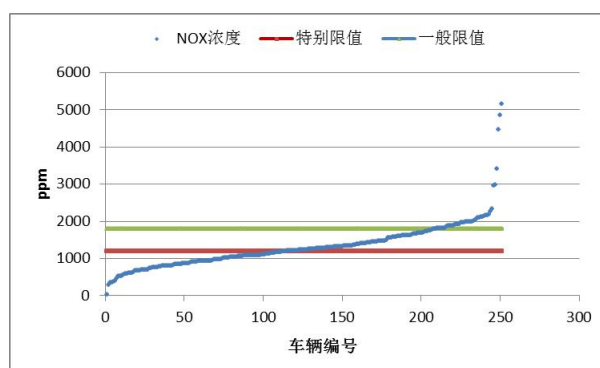


图 23 在用车氮氧化物排放统计图

因此需要对排放限值进行调整，确定以前述发动机排放最差的 1200ppm 作为限值 b。考虑到柴油车氮氧化物为首次增加测试污染物，限值 a 按照车辆实际排放值控制 10%~20%左右的车辆进行设定，限值确定为 1800ppm。调整后限值 a 和限值 b 达标率分别为 82.9%和 45.4%。

6.5 检测要求

6.5.1 检测方法

GB3847-2005 规定了压燃式发动机汽车环保定期检验可以采用自由加速或加载减速进行烟度检测，采用的方法由省级环保部门确定，但同一车型只允许一种检测方法进行。

标准编制组统计了我国 31 个省、市、自治区的环保检验方法及检测量，共统计 4317 万次检测数据，其中汽油车和柴油车分布见下图。

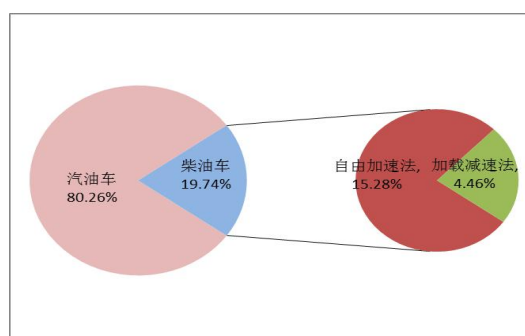


图 24 在用汽车检测方法分布比例

可以看出，我国进行环保检测的绝大部分是汽油车（含燃气车），占总检测量的 80.26%。在柴油车中，绝大部分车辆检测都采用自由加速法，占车辆总检测量的 15.28%，加载减速法占车辆总检测量的 4.46%。

(1) 自由加速烟度法

本次标准修订中，收集了北京、广州、深圳、厦门、杭州、南京、沈阳、长春、重庆、贵阳、西宁等 14 个城市共计 110 多万条柴油车的环保检测数据。对数据项目内容不规范的数据进行规范、统一，获得有效样本数 88 万条，其中自由加速烟度 69 万条，加载减速 28 万条。对检测数据进行分析，结果如下。

自由加速法烟度检测总体合格率为 94.70%。

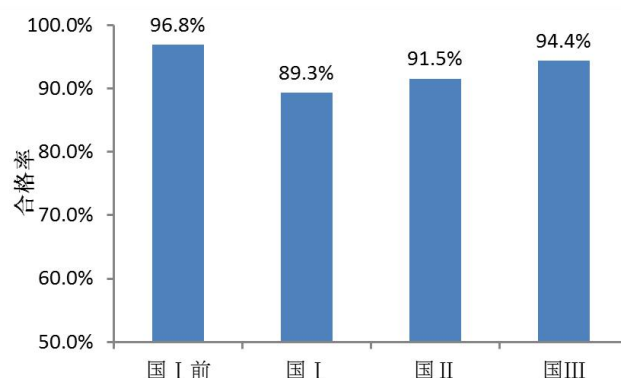


图 25 不同排放阶段自由加速法烟度检测合格率分布

本次修订修改了新车自由加速烟度测试方法，删除了 GB3847-2005 附录 D 测试方法，新车测试方法也按照 GB3847-2005 附录 I 进行。标准编制组对 6 台重型发动机和 29 辆轻型柴油车整车，分别用附录 D 和附录 I 测试方法进行自由加速烟度测试，测试结果见下图。

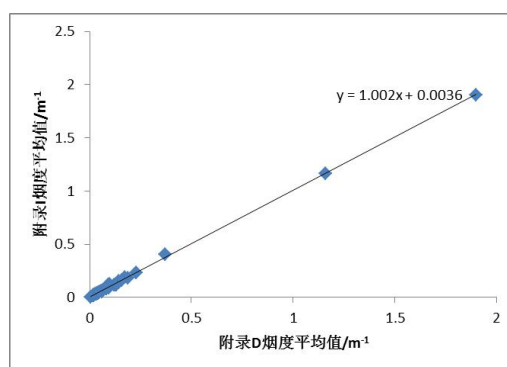


图 26 按照附录 D 和附录 I 测试结果

可以看出，对同一台车辆和发动机分别用附录 D 和附录 I 方法测试结果接近，对数据进行线性回归，得出两者回归方程 $y=1.002x+0.0036$ ，两者吻合度超过 99%。根据研究结论，本次修订删除了附录 D 规定，仅保留附录 I 自由加速法测试规程，适用于新车、在用车各类检测项目。

另外自由加速检测中，滤纸式烟度计在大部分的检测站点利用率非常低。随着黄标车淘汰工作的推进，目前国 I 前车辆非常少，到 2017 年底，国 I 前柴油车将不存在，因此本次修订中取消了滤纸烟度法。

(2) 加载减速法

加载减速法烟度检测总体合格率为 74.70%，与自由加速法相比总体偏低，从排放阶段来看，合格率随不同排放阶段逐步提高。

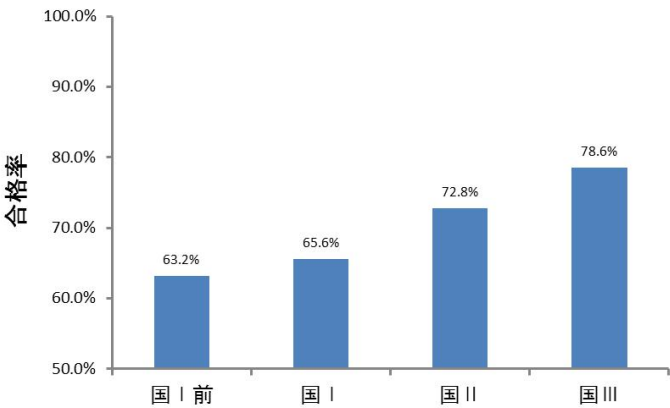


图 27 不同排放阶段加载减速检测合格率分布

由于本次修订增加了 NO_x 测试，因此标准的测试工况应兼顾氮氧化物和颗粒物排放，考虑到内燃机 NO_x 和颗粒物的生成特性，结合目前的烟度检测方法，经过广泛的调研和讨论以及数据分析，标准编制组对加载减速检测方法进行了调整。方法如下：首先对柴油发动机进行测试，记录发动机 NO_x 排放以及相应转速，找出排放较高的工况，结合加载减速测试工况，与柴油车排放控制区（见下图）比较，选择测试工况。

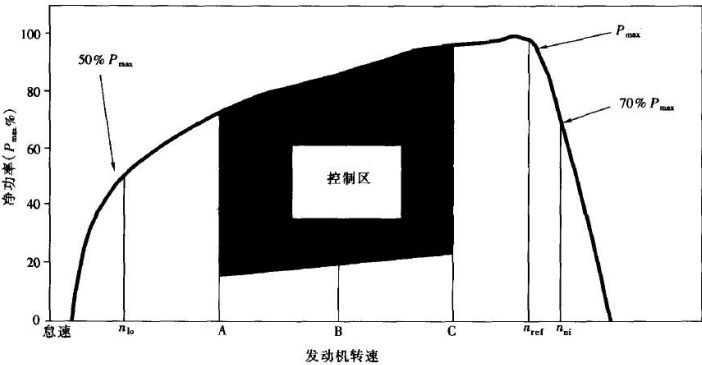


图 28 柴油机控制区

标准编制组选择了 20 台发动机，对其加载减速工况的三个工况转速以及额

定转速和控制区的 A、C 转速点做了对比分析，结果见下图。

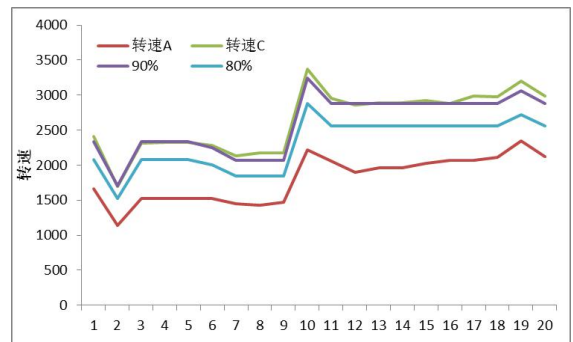


图 29 部分发动机转速分布图

可以看出，所有发动机的加载减速测试工况的 80%转速点位于控制区内，但有 6 台发动机的加载减速 90%转速点位于控制区外，结合氮氧化物排放特性，标准编制组将原来的加载减速工况调整为 100%转速和 80%转速两点工况，时间分别为 12 秒，可同时测量烟度和氮氧化物。

对于柴油车的下线检测，如前所述对于国 IV 标准以上新生产的柴油车来讲，自由加速烟度值非常小，因此本次修订增加了生产环节进行加载减速法测试要求。

6.5.2 检测设备

本标准规定了各种检测方法的检测设备、检测系统以及设备校准和标定的要求。与 GB3847-2005 相比，本次修订重点对各种检测方法的设备进行了规范和细化，增加了对各种检测方法检测系统的规定，部分规定采用了环境保护部发布的设备技术要求标准内容。

对于在环保定期检验中实施柴油车 NOx 排放检测的关键设备是整车加载设备和 NOx 排放检测设备，由于我国已经实施加载减速法九年，因此柴油车加载设备已经十分成熟，NOx 分析仪为关键检测设备，其中的最关键技术指标是分析仪的响应时间。标准编制组组织国内相关分析仪生产企业提供四种 NOx 分析仪，原理分别为红外、紫外和化学发光法测量，响应时间均小于 4.5s，与采用化学发光（CLD）原理的 NOx 分析仪 AMA4000 在柴油机实验台架上进行了设备之间的比对实验，结果如图。

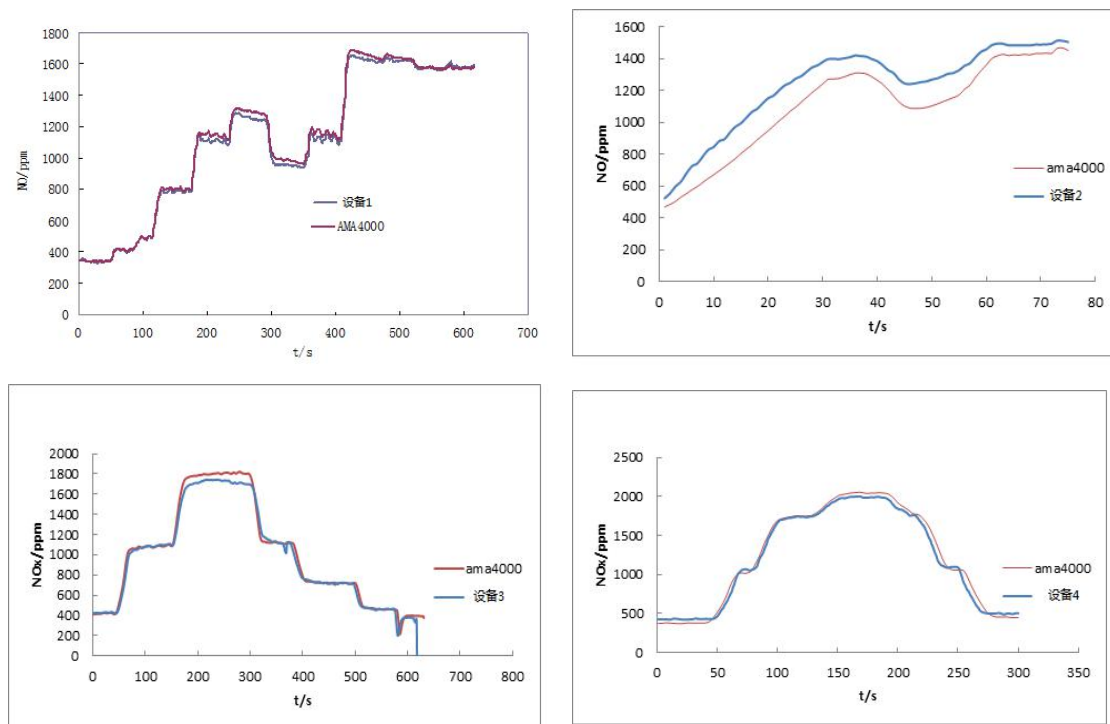


图 30 检测设备与化学发光法设备比对结果

可以看出，4 种检测设备与以化学发光法原理检测的仪器 AMA4000 检测设备之间相关性均较好。设备 1~4 与 AMA4000 设备的线性关系分别符合 $y=1.0094x+8.39$ 、 $y=0.9146x+225.9$ 、 $y=0.885x+68.64$ 、 $y=0.9549x+28.28$ ，从比对实验结果可以看出，基于红外、紫外、化学发光原理的 NO_x 测量设备均能够满足在用柴油车 NO_x 排放测量的精度要求。

6.6 外观检验

本标准增加了对车辆的外观检验。发动机排气管、排气消声器和排气后处理装置的外观及安装紧固部位是否完好，如有腐蚀、漏气、破损或松动的，则应要求车主进行维修或更换。注册、转移等登记检验时，要对污染控制装置进行查验。外观检验内容应实时录入检测系统。

6.7 OBD 检验

对于装有车载诊断系统（OBD）的汽车，在完成外观检验后，应进行 OBD 检查。检查项目包括 OBD 检查包括基本功能检查、故障代码检查以及人为故障检查等。检查中发现故障指示器激活及故障指示器故障的车辆，应要求车主维修。

对于装有车载诊断系统（OBD）的汽车，规定 OBD 系统检查内容。考虑到目前 OBD 扫描仪的现状，OBD 检查内容将分 2 个阶段实施。第一阶段为人工扫描和记录阶段，用 OBD 扫描仪扫描后，人工连接到电脑读取和记录扫描结果。第二阶段为自动传输阶段，将 OBD 扫描仪放置尾气检测线上，连接车辆 OBD 接口，OBD 扫描仪扫描内容自动传输检测主控机，主控机检测软件自动记录和判定。

6.8 信息记录和报送要求

根据 2015 年发布的《中华人民共和国大气污染防治法》第五十四条规定：机动车排放检验机构应当与环境保护主管部门联网，实现检验数据实时共享。另一方面，GB3847-2005 由于缺少对检测记录的规定，导致各地检测记录项五花八门，有的地区只记录检测结果，缺少对过程数据及检测气象条件以及车辆基础信息等方面的记录，因此本次修订增加了各种检测方法记录内容和报送要求。

7 实施本标准的减排效益

采用恢复和防护费用法，对机动车环保定期检验进行了成本效益分析。恢复和防护费用法主要是指为了恢复和防护环境不受污染或者破坏所需要的费用作为该环境被破坏带来的最低经济损失。最低经济损失采用《排污费征收标准管理办法》（国家环境保护总局、国家经济贸易委员会令第 31 号）中排污费测试方法进行测算，将其作为环境效益，成本采用机动车环保定期检验公众所需缴纳的测试费用进行测算（不包括检测机构的场地和人员造成的其他费用）。

基于 100 万辆柴油汽车进行环保定期检验进行分析，其中部分前提设定如下：

- 1) 柴油车 CO、HC 和 NO_x 超标比例与烟度相同；
- 2) 超标车辆经维修后全部达标排放。

7.1 成本分析

根据 2015 年全国环保定期检验机构检测方法划分的比例，得到各个检测方

法检测量，根据检测费用单价测算 100 万辆汽车环保定期检验的成本为 7965 万元。另外由于本次增加 OBD 检查以及氮氧化物测试，OBD 通讯诊断仪 1 万元左右，氮氧化物测量设备 10 万元，成本上又会增加 33000 万元，因此总的成本费用大约为 40965 万元。

7.2 效益分析

机动车环保检验所得的环境效益，基于以下理论获得：机动车通过环保检验，将不合格机动车筛选出来，经过维修保养后，车辆将达标排放，因此通过环保检验和定期的维修保养，获得减排和环境效益。减排量是通过统计不同检测方法的超标率和超标比例计算得到。环境效益是按照如果机动车排放污染物征收排污费，将得到的收益，即通过排污费法，得到机动车减排的环境效益。

(1) 减排效益

车辆通过定期环保检验，i 污染物获得的减排量可通过以下公式获得：

$$E_{i, 减} = \frac{E_d}{P_d} \cdot P_{检测} \cdot \eta$$

其中 E_d 为柴油车年排放量，g/年。P_d 为柴油车保有量，辆。P_{检测} 为柴油车检测车辆数，辆。η 为 i 污染物超标比例，%。

超标车辆机动车排放量按照以下方式计算：统计柴油车检测合格率及超标车的烟度排放超标比例，本次估算取柴油车其他污染物超标比例与烟度相同，根据国家公布的排放量数据，折合计算出超标车辆因为维修而少排放的污染物排放量。

据我国 2015 年在用机动车排放状况得到的结果，统计得到柴油车自由加速烟度法合格率为 91.9%，加载减速法合格率为 79.25%，综合检测量，得到柴油车检测合格率为为 89.71%，超标率为 10.3%。利用修订后的限值进行统计分析，超标率为 15%，烟度的超标比例见表 9。

表 9 柴油车烟度超标比例

比例	加载减速	自由加速
国 0	237.78%	145%
国 I	231.17%	140%
国 II	242.98%	142%

国 III	279.39%	209%
国 IV	212.12%	240%
均值	207.90%	

依据中国机动车污染防治年报，2015 年 2028 万辆柴油车 CO、HC、NO_x 和 PM 排放量分别为 406.0、90.2、372.0 和 53.6 万吨。折合到 100 万辆柴油车 15% 的超标车辆中，通过检测维修少排放的 CO、HC 和 NO_x 分别为 3.0、0.67、2.75 和 0.4 万吨。

(2) 环境效益

将机动车排污费作为机动车环保定期检验的环保效益。根据不同检测方法的检测量、合格率及排放均值等计算得到超标车辆达标后不同污染物减排量，通过排污费法，得到机动车减排的环境效益。

根据《排污费征收标准管理办法》（国家环境保护总局国家经济贸易委员会令第 31 号），排污费按排污者排放污染物的种类、数量以污染当量计算征收，每一污染当量征收标准为 0.6 元。对每一排放口征收废气排污费的污染物种类数，以污染当量数从多到少的顺序进行排序。机动车大气污染物污染当量数和征收额计算方法如下。

$$\text{污染当量} = \frac{\text{该污染物的排放量 (kg)}}{\text{该污染物的污染当量值 (kg)}}$$

$$\text{排污费征收额} = 0.6 \text{ 元} \times \text{所有污染物的污染当量之和} \times \frac{iF_{\text{移动源}}}{iF_{\text{固定源}}}$$

柴油尾气污染物主要包括 CO、HC、NO_x、PM 等，其中 CO 污染当量值为 16.7 kg；PM 的污染当量值按烟尘计算，为 2.18 kg。HC 中包括 100 多种有机物，主要成分包括烷烃、烯烃和芳香烃、醛类等。综合考虑，按中间值计算，HC 取乙醛的当量值，为 0.45 kg。氮氧化物按照北京市排污收费政策，取每公斤 10 元。吸入因子作为大气污染健康风险的一个度量指标广泛的应用于欧美国家的大气污染控制政策的决策过程。根据文献，机动车的吸入因子是固定源的数倍到数十倍之间（平均约为 10 倍左右）。本方案按照机动车流动源污染的吸入因子为固定源吸入因子的 10 倍进行计算。但由于柴油车在定期检测中只对 NO_x 和烟度进行测试，因此本次只核算这两种污染物所取得的效益，根据排污费方法测算 100

万辆柴油汽车环保定期检验的效益为 574301 万元，为其环保检验费用的 14 倍，成本效益明显，对在用车污染防治有着重要的意义和作用。

8 对实施本标准的建议

(1) 加强对新生产机动车的监管

在标准编制组调研过程中，发现在很多进行机动车注册登记检验的地区，新生产机动车利用在用机动车检验方法和限值进行检验时，就无法达标，这说明我国新生产机动车的环保监管还有待于加强，新生产机动车环保生产一致性不达标。如果新车无法达标，车主如果要自己的汽车达标，付出的代价将非常巨大，也可能根本无法使自己的汽车达标，因此应当加强新生产机动车环节的环保监管。

(2) 加强对其他移动源的环保定期检验

-*我国道路机动车环保定期检验制度已经基本建立，但对大量的非道路移动源如轮船、飞机、农业机械和工业机械等，尚未建立相应的环保检验制度。相关的科学研究表明，非道路移动源的排放量尤其是氮氧化物和颗粒物已经非常巨大，下一步应尽快建立相应的环保检验制度和检测标准。

9 参考文献

1. 《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》 www.gov.cn
2. 《关于印发节能减排“十二五”规划的通知》 www.gov.cn.
3. 《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》（国办发〔2010〕33号） www.gov.cn
4. 《国家环境保护“十二五”规划》 www.gov.cn
5. 中国机动车污染防治年报，环境保护部，2013 年 www.mep.gov.cn
6. 中国环境状况公报，环境保护部，2013 年 www.mep.gov.cn
7. 机动车污染防治基本理论，2009，环境保护出版社.
8. 排污费征收标准管理办法, www.mep.gov.cn
9. DIRECTIVE 2009/40/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 6 May 2009 on roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers. Official Journal of the European Union, www.europa.eu.
10. Regulation memento 2012. Published by RENAULT NISSAN.
11. 环境统计年报 2015 www.gov.cn