

# 北京市柴油车颗粒物排放治理 技术指南

编制单位：北京汽车研究所有限公司

2007年12月

# 目 次

前 言 .....	III
1. 适用范围 .....	1
2. 规范性引用文件 .....	1
3. 术语与定义 .....	1
4. 后处理产品工作原理 .....	1
5. 后处理产品的评价 .....	2
6. 后处理产品应满足的条件 .....	2
7. 后处理产品的匹配和安装 .....	2
8. 治理后车辆的验收 .....	3
9. 治理后车辆的使用要求 .....	4
10. 车辆所有者的职责 .....	4
11. 后处理产品供应商（含改装企业）的职责 .....	4
附录A （规范性附录） 壁流式柴油车颗粒物后处理产品评价方法 .....	6
附录B （规范性附录） 柴油车颗粒物质量浓度测试方法 .....	9
附录C （资料性附录） 北京市柴油车排放改造治理后处理产品安装单推荐格式 .....	10
附录D （资料性附录） 后处理产品推荐结构型式 .....	11

# 前 言

北京市机动车增长迅速，截至 2007 年 11 月已超过了 310 万辆，机动车排气污染已成为污染大气环境、危害人类健康的主要来源之一。为有效控制机动车污染，自 1998 年以来北京市采取了大量有效措施：严格新车标准，控制了污染增量；严格 I/M 制度，大大削减了污染物的存量。几年来，在机动车保有量猛增的情况下，市区空气质量中与机动车排放相关的 CO、NO<sub>x</sub> 分别下降了 36% 和 10.8%。

但是，北京市改善空气质量的任務仍十分艰巨，一年当中，可吸入颗粒物为首要污染物的天数占到 95% 以上。因此，减少可吸入颗粒物的污染是改善我市空气质量的重中之重。

众所周知，柴油车辆在具有动力性和经济性优势的同时，其排放的颗粒物污染严重。有关研究表明，北京市可吸入颗粒物中，约有 23% 来自于机动车排放或与其相关的污染。在机动车排放的颗粒物中，占机动车总量 6.6% 的柴油车，颗粒物的排放量占到机动车总排放量的 63%。柴油车排放的颗粒物粒径通常在 10-1000 纳米之间，且含有多种有毒物质，严重危害人体健康。近些年来，世界各国高度重视柴油车颗粒物排放污染及对人体健康的影响，不仅对新车制订了日益严格的排放要求，许多国家和地区还对在用柴油车进行了大规模治理改造。

用于柴油车颗粒物排放治理的产品，按照工作原理基本分为三类：氧化型催化转化器（DOC），颗粒物降低率为 25% 左右；部分流式颗粒物过滤器（PDPF），颗粒物降低率为 50% 左右；壁流式颗粒物过滤器（WFDPF），颗粒物降低率为 80% 以上。已经开展在用柴油车颗粒物排放改造治理且卓有成效的有欧洲、美国、日本、韩国等，其技术路线发展趋势倾向于壁流式颗粒物过滤器。

为有效降低柴油车颗粒物排放，北京市环保局已对柴油车颗粒物排放治理进行了深入试验研究：2005 年与美国环保局合作，采用美国环保局认证的后处理产品，开展了“北京市柴油公交车排放改造示范项目”；2006 年通过公开征集产品的方式开展了“北京市柴油车排放改造治理可行性研究”项目；2007 年初，通过公开招标方式开展了 100 辆在用柴油车的改造治理示范项目。

北京市的研究结果表明，采用后处理的方式对在用柴油车进行排放治理，减少颗粒物排放是可行的和有效的，颗粒物的削减效果十分显著。为使治理后车辆的颗粒物排放达到或接近国 IV 标准，应选择颗粒物降低率在 80% 以上的壁流式颗粒过滤器适应产品。

为科学指导对颗粒物后处理产品的评价、安装、使用和维护，确保产品质量，特制定本技术指南。本技术指南适应于北京市在用柴油车采用颗粒物过滤器进行的排放治理。

本技术指南的附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C、附录 D 为资料性附录。

# 北京市柴油车颗粒物排放治理技术指南

## 1. 适用范围

本技术指南适用于北京市在用柴油车采用壁流式颗粒物过滤器进行的排放治理。

## 2. 规范性引用文件

下列文件所包含的条文，通过在本技术指南中引用而构成本技术指南的条文。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术指南。

GB 17691-2005《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）》

GB/T 17692《汽车用发动机净功率测试方法》

GB 3847-2005《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》

DB 11/121《在用柴油车加载减速烟度排放限值及测量方法》

DB 11/239《车用柴油》

## 3. 术语与定义

下列术语和定义适用于本技术指南。

### 3.1 颗粒物

指从发动机排气系统排放到大气中的碳颗粒、灰分颗粒、金属颗粒、有机物颗粒和无机盐颗粒等物质。

### 3.2 后处理产品

指安装在车辆排气系统中，通过催化转化和/或过滤及再生的工作方式，减少柴油车排气中颗粒物排放及气态污染物排放的装置。本技术指南中特指壁流式颗粒过滤器。

### 3.3 排气背压

指在后处理产品入口处、排气管内测得的绝对压力。

### 3.4 入口温度

指在后处理产品入口处、距载体前端面  $100 \pm 50\text{mm}$ 、排气管几何中心处测得的发动机排气温度。

### 3.5 载体

指后处理产品中，用于支撑催化剂涂层，或过滤排气中颗粒物的构件。

### 3.6 催化剂

指能促进或加速化学反应的物质（如促使滞留在后处理产品内的碳颗粒转化成 $\text{CO}_2$ 的物质）。

催化剂既可以涂敷在后处理产品载体上，也可以加注在燃油中。

### 3.7 污染物降低率

指按下式计算的污染物降低百分比：

$$R = \frac{L_I - L_F}{L_I} \times 100\%$$

其中：R：污染物降低率；

$L_I$ ：被试产品入口处测得的污染物排放量；

$L_F$ ：被试产品出口处测得的污染物排放量；

## 4. 后处理产品工作原理

壁流式颗粒过滤器通过过滤、再生去除柴油车排气中的颗粒物。通常包括过滤器、再生控制系统和监测装置。

#### 4.1 过滤过程

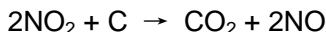
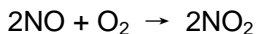
指全部排气穿过载体的壁面，对颗粒物进行拦截和过滤的过程。载体材料主要为：堇青石、碳化硅或钛酸铝等。

#### 4.2 再生过程

指去除存储在载体上的颗粒物，恢复过滤能力的过程。通常分为主动再生和被动再生两种方式。

主动再生：指向后处理产品提供附加能量，使碳烟颗粒物通过燃烧方式转化成气态物质的再生方式。其化学反应式为： $C+O_2 \rightarrow CO_2$ 。包括喷油燃烧、电加热燃烧等。

被动再生：指不需要外部干预的再生方式，如利用催化剂活性物质促进碳颗粒物通过化学反应转化成气态物质的连续再生方式。连续再生方式的化学反应式如下：



### 5. 后处理产品的评价

本技术指南规定的后处理产品，应按照《壁流式柴油车颗粒物后处理产品评价方法》（附录 A）进行评价。

产品性能评价的检测机构应同时具备以下条件：

参与过北京市相关项目研究，在其中承担过试验、检测工作；具有国家汽车产品质量检测资质。

### 6. 后处理产品应满足的条件

#### 6.1 后处理产品必须满足的条件

6.1.1 评价检测结果符合附录 A 的有关要求。

6.1.2 适应北京市地方柴油标准 DB11/239 规定的柴油，并能可靠工作；

6.1.3 使用寿命不得少于 15 万公里或 3 年（以先到者为准）；

6.1.4 必须具备工作性能监测系统，提示工作状态（正常、可能出现故障、已发生故障）；

6.1.5 产品必须密封，不允许有可开启的泄气口；

6.1.6 结构形式应便于维护保养（参照附件 D），最短维护周期应不少于 5000 公里；

6.1.7 符合相关安全规定，包括停车后停止主动再生过程、在特殊场合（如加油站、易燃易爆场所等）强制终止主动再生、隔热防护措施、停车后全车断电、不得影响车辆制动性能、不得影响车辆电气系统安全等；

6.1.8 应有详细的使用维护说明书。

### 7. 后处理产品的匹配和安装

#### 7.1 后处理产品的匹配

##### 7.1.1 后处理产品与车辆排放

车辆排放水平不同，排放的颗粒物质量浓度和颗粒特征也会不同。后处理产品应与被治理车辆实际排放状况相适应，保证在使用寿命期内正常过滤和再生。

##### 7.1.2 后处理产品与入口温度

车辆类型及工作状态不同，排气温度会不同。如采用被动再生方式的颗粒过滤器，再生条件必须与入口温度适应。入口温度应以实车测定结果为准。

##### 7.1.3 后处理产品容积与发动机排量

颗粒过滤器的容积与发动机排量应匹配，原则上最小为 1.5:1。

#### 7.2 后处理产品的安装条件

车辆治理前技术状况正常，排放符合相关标准。

##### 7.2.1 车辆治理前技术状况要求

治理前车辆技术状况应基本达到出厂时规定，可参照进行以下各项检查：

- 汽缸压力;
- 喷油正时;
- 各缸工作均匀性;
- 增压器控制阀开启压力;
- 喷油器开启压力和油束雾化状况, 是否有滴漏;
- 喷油泵特性;
- 调速器特性;
- 限油器, 油泵齿条限位螺钉;
- 空气滤清器;
- EGR 工作状态 (如有)。

#### 7.2.2 车辆治理前排放状况要求

治理前车辆排放状况应符合北京市《在用柴油车加载减速烟度排放限值及测量方法》(DB11/121) 要求, 或自由加速烟度满足后处理产品生产厂商的要求。

### 7.3 后处理产品的安装步骤

7.3.1 确认车辆的技术状况和排放状况符合安装要求。

7.3.2 根据安装图纸和安装技术要求, 安装后处理产品。

7.3.3 检查调试后处理产品。

7.3.4 填写产品安装单 (参照附录 C, 一式三份), 车辆所有者和后处理产品供应商双方确认。

### 7.4 有关要求

7.4.1 安装过程应符合安装地点和车辆的有关安全规程。

7.4.2 应在车辆驾驶室内设置明确的指示标牌, 标牌上应有产品的维护保养要求、监测系统警示信息的处理方式和售后服务联系方式等信息。

7.4.3 安装后排气管路系统不得有泄漏。

7.4.4 安装后不得降低车辆通过性 (即产品最小离地间隙不得小于原车排气系统最小离地间隙)。

## 8. 治理后车辆的验收

车辆所有者应按照与后处理产品供应商签订的商务、技术合同 (技术部分参照本指南) 对产品进行验收。如车辆所有者需要对治理后车辆的尾气排放进行等级确认, 则要按照环保要求进行审核、检测、验收。

### 8.1 车辆所有者验收

#### 8.1.1 验收方法

验收包括文件审查和实车检查。

##### 8.1.1.1 文件审查

文件审查内容应至少包括: 后处理产品安装布置示意图 (包括电路油路气路图、机械连接图)、安装技术要求和使用维护说明书。

##### 8.1.1.2 实车检查

实车检查内容应至少包括: 外观检查、排气系统密封性检查、车辆行驶安全性检查、动力性检查、排放检查。

#### 8.1.2 验收要求

8.1.2.1 文件审查, 提交审查的文件应完整、齐全、有效。

8.1.2.2 外观检查, 后处理产品的安装必须符合安装图纸和作业指导书要求, 各管路、电线、部件的布置和安装合理、安全、规范, 不降低原车辆的通过性。

8.1.2.3 密封性检查, 排气系统各部分不得有排气泄漏。

8.1.2.4 安装的后处理产品不得影响车辆安全。

8.1.2.5 动力性检查, 驾驶员实车驾驶感受确定。

8.1.2.6 排放检查, 可采用目测法无可见黑烟。

8.1.2.7 生产供应商对产品颗粒物降低率、使用寿命和质量担保的书面承诺。

## 8.2 环保审核验收

### 8.2.1 验收内容

环保审核验收包括文件审查、外观检查和排放性能检测。

### 8.2.2 验收要求

8.2.2.1 文件审查：应提交产品按照附录 A 进行评价的合格证明，并提交产品安装单（参见附录 C）。

8.2.2.2 外观检查，车辆排气系统无泄漏，产品信息与安装单一致。

8.2.2.3 按照 DB11/121 标准检测，烟度检测结果不得大于 10 HSU，车辆轮边功率满足标准要求。

## 9. 治理后车辆的使用要求

### 9.1 车辆使用油品的要求

治理后车辆所用燃油应符合北京市地方标准 DB11/239《车用柴油》的要求。

### 9.2 车辆维护保养的要求

车辆所有者必须按照车辆的维护保养规范对车辆进行有效的维护保养，确保车辆技术状况正常。

### 9.3 后处理产品维护保养的要求

后处理产品在使用过程中应按产品规定的周期和内容进行维护保养，保证产品的颗粒物降低效果和使用寿命。维护应包括日常维护、定期维护和监测数据分析。

#### 9.3.1 日常维护

日常维护包括外观检查，管路系统的密封性检查，电器系统连接性检查，各传感器功能性检查。及时对发现故障的部件进行维修或更换。

#### 9.3.2 定期维护（清洗）

应定期对正常再生无法去除的灰分等颗粒物进行清除，以保证后处理产品正常工作。

#### 9.3.3 监测数据分析

应定期读取监测系统数据、分析后处理产品的工作性能，以确定车辆或后处理产品是否需要维护保养。

### 9.4 故障的警示和处理

后处理产品监测系统的警示信息，分为正常、可能出现故障和已经存在故障三个状态。

当监测系统警示产品可能出现故障，需要进行检查维护时，应密切注意警示信号，并将车辆行驶到最近的维修点对车辆和后处理产品进行检查，找出是否有故障（包括后处理产品和车辆），有故障时必须排除故障后才能继续行驶。

当监测系统警示后处理产品存在故障时，应尽快停车，并通知该后处理产品供应商进行检查，排除故障。

## 10. 车辆所有者的职责

10.1 治理前应提供车辆技术、排放、运行和使用油品状况。

10.2 确保车辆在治理前技术状况正常，满足 DB11/121 标准要求。

10.3 保证车辆使用后处理产品允许使用的柴油（不严于北京市地方标准 DB11/239）。

10.4 负责治理后车辆和后处理产品的正常维护保养，确保车辆技术状况和后处理产品工作状态正常。

10.5 监测系统警示后处理产品出现故障时，必须排除故障后才能继续行驶。

10.6 在特定地点（如加油站、经过易燃物品时）强制终止主动再生过程。

10.7 对治理后车辆进行验收，车辆使用中不得对后处理产品进行任何篡改。

## 11. 后处理产品供应商（含改装企业）的职责

11.1 确保产品性能和使用寿命，提供质量担保。

11.2 安装前确认被治理车辆技术状况。

- 11.3 按照图纸和安装技术要求安装后处理产品。
- 11.4 产品安装调试过程中，必须有技术人员进行现场指导，解决安装调试中的技术问题。
- 11.5 必须对车辆所有者针对后处理产品使用、维护、应急处理措施等内容进行技术培训。
- 11.6 具备完善的售后维修服务体系，在后处理产品的使用期内，应按照售后服务保证提供全面的售后服务。
- 11.7 应具备后处理产品发生故障的应急处理能力。
- 11.8 应保证产品一致性，随机抽取治理后车辆，按照附录 A 或附录 B 进行检测，结果应符合要求。

## 附录A (规范性附录) 壁流式柴油车颗粒物后处理产品评价方法

### A.1. 一般要求

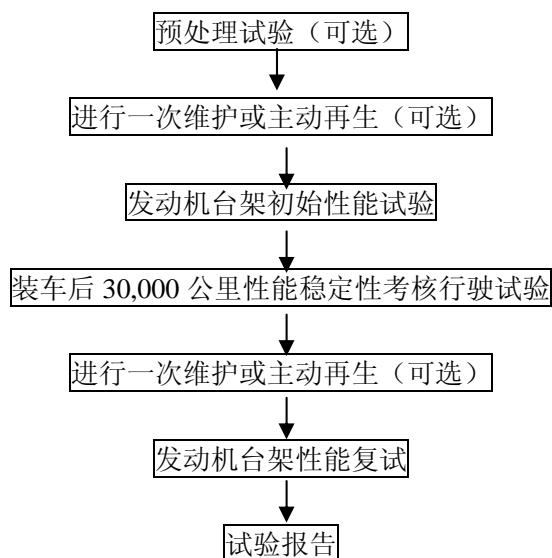
发动机台架性能评价试验应采用与被评价产品适应车型用发动机中最大排量的新生产电控柴油发动机，该发动机在测试前必须经过磨合，使其污染物的排放水平保持相对稳定。磨合应按照该发动机生产企业的规范进行。

试验用燃油应采用符合北京市地方标准 DB11/239《车用柴油》要求的柴油；对要求使用低硫柴油的产品，可以采用硫含量不超过 50ppm 的低硫柴油。同一型号的产品，所有试验应使用同一规格的燃油。

### A.2. 试验分类和试验方法

试验分为发动机台架初始性能试验、装车后 30,000 公里性能稳定性考核行驶试验和发动机台架性能复试。

#### A.2.1. 试验流程



#### A.2.2. 发动机台架初始性能试验

同一型号产品，初始性能试验一个产品。

##### A.2.2.1. 产品的预处理

初始性能试验前可以按照生产厂家的要求对被试产品进行预处理。

对于采用主动再生或需要定期维护的产品，如果进行了预处理，在污染物质量排放试验前，可进行一次主动再生或维护。

##### A.2.2.2. 初始性能试验内容和试验方法

A.2.2.2.1.按照 GB/T 17692 标准的规定，分别测量发动机安装产品前和安装产品后的最大净功率，计算最大净功率变化率。

A.2.2.2.2.按照 GB 17691-2005 标准规定，采用 ETC 工况分别测量发动机安装产品前和安装产品后的质量排放量（包括 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM），计算各污染物降低率。

A.2.2.2.3.按照 GB 3847-2005 标准的规定，分别测量发动机安装产品前和安装产品后的全负荷烟

度，计算烟度降低率。

### A.2.3. 装车后 30,000 公里性能稳定性考核行驶试验

A.2.3.1. 采用产品适应范围中发动机排量最大、排放水平最低的车辆。

A.2.3.2. 同一型号产品，性能稳定性考核行驶试验须同时考核三个产品（包括进行初始性能试验的产品）。三个产品分别安装到同型号的三辆车上，三辆车同时进行道路行驶试验。

A.2.3.3. 车辆在实际道路上行驶，试验行驶里程为 30,000 公里。

A.2.3.4. 在车辆安装产品后行驶里程在 0-1000 公里内、30000 公里时，分别进行一次颗粒物质量浓度降低率的测量。测量方法见附录 B。

A.2.3.5. 性能稳定性考核行驶试验过程中，应采用车载监测系统记录车辆排气背压等数据；对采用主动再生的产品，还应记录后处理产品的再生状况数据。

A.2.3.6. 性能稳定性考核行驶试验过程中，被试样品不得更换、修理或改动。但允许对车辆进行正常维护保养，允许对产品按照使用说明书规定的周期和内容进行维护。

### A.2.4. 发动机台架性能复试

同一型号产品，性能复试试验一个产品。

采用经过初始性能试验和装车后 30,000 公里性能稳定性考核行驶试验的产品进行性能复试。

试验发动机应采用初始性能试验时使用的同一台发动机。

#### A.2.4.1. 试验准备

性能稳定性考核行驶试验结束后，对于采用主动再生或需要定期维护的产品，在发动机台架性能复试前，可进行一次主动再生或维护。

#### A.2.4.2. 性能复试试验内容和试验方法

A.2.4.2.1. 按照 GB/T 17692 标准的规定，分别测量发动机安装产品前和安装产品后的最大净功率，计算最大净功率变化率；

A.2.4.2.2. 按照 GB 17691-2005 标准规定，采用 ETC 工况分别测量发动机安装产品前和安装产品后的质量排放量（包括 CO、HC、NO<sub>x</sub>、PM），计算各污染物降低率。

A.2.4.2.3. 按照 GB 3847-2005 标准的规定，分别测量发动机安装产品前和安装产品后的全负荷烟度，计算烟度降低率。

## A.3. 性能指标和要求

### A.3.1. 性能指标

根据产品发动机台架初始性能试验和性能复试试验时的试验结果（按两者中的最低降低率计算），产品性能指标见表 1。

表 1 产品性能指标

颗粒物质量降低率 %	≥80
动力性下降率 %	≤5
气态污染物降低率 %	在原机基础上，气态污染物（CO、HC、NO <sub>x</sub> ）排放增加率不得超过 10%。

#### A.3.1.1. 监测系统要求

产品必须具备排气背压的监测系统，或其它有效监督产品工作性能、保护车辆安全使用的装置。该监测系统应保证在后处理产品的使用寿命周期内工作正常。监测系统应能连续存储 30000 公里性能稳定性考核行驶试验中的监测数据。

#### A.3.1.2. 排气背压要求

对 30000 公里性能稳定性考核行驶试验中监测数据的分析，排气背压的变化对发动机性能的影响必须符合表 1 要求。

#### A.3.1.3. 维护周期要求

需要定期维护的产品，产品最短维护周期不得低于 5000 公里。

#### **A.4. 试验报告**

试验报告应包含下列信息。

##### **A.4.1. 产品信息**

- A.4.1.1. 产品的型号和技术参数，至少包括载体、催化剂、过滤器的材料和规格；
- A.4.1.2. 产品的结构形式，如整体式、模块组合式；
- A.4.1.3. 再生方式，如被动再生、主动再生，对主动再生应详细说明再生的形式和策略；
- A.4.1.4. 适应对象范围，包括发动机排量范围和排放水平。

##### **A.4.2. 试验结果信息**

- A.4.2.1. 试验发动机和试验车辆的技术参数；
- A.4.2.2. 发动机台架试验用燃油的技术参数；
- A.4.2.3. 发动机台架初始性能试验和性能复试试验时的试验结果；
- A.4.2.4. 30000 公里性能稳定性考核行驶试验中，颗粒物质量浓度测试结果，后处理产品的故障统计和定期维护情况，包括故障内容、最短故障里程、正常维护时的行驶里程与维护内容；
- A.4.2.5. 30000 公里性能稳定性考核行驶试验中排气背压监测数据的分析结果。

**附录B**  
(规范性附录)  
**柴油车颗粒物质量浓度测试方法**

**B.1. 范围**

本测试方法规定了柴油车颗粒物质量浓度排放的测试方法。  
本测试方法适应于后处理产品的产品一致性监督抽查和自查。

**B.2. 预处理**

测试前，可对后处理产品进行一次例行维护。

**B.3. 试验用底盘测功机**

试验用底盘测功机应符合 DB 11/121 要求。

**B.4. 测试方法**

车辆在底盘测功机上，按照 DB 11/121 规定测量车辆轮边功率。

车辆在底盘测功机上，油门全开，以 70 公里/小时车速运行，稳定后，测量并记录后处理产品入口处和出口处发动机排气中颗粒物的总质量浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )，取 30 秒±5 秒内的平均值，并计算降低率。

**B.5. 性能要求**

B.5.1. 加装后处理产品后车辆的轮边功率、发动机转速仍应符合 DB 11/121 标准要求。

B.5.2. 颗粒物质量浓度和车辆轮边功率的测试结果应符合附表 1 要求。

附表 1

项 目	性能要求
颗粒物质量浓度降低率%	$\geq 80$
车辆轮边功率下降率%	$\leq 8$

## 附录C

(资料性附录)

## 北京市柴油车排放改造治理后处理产品安装单推荐格式

## 北京市柴油车排放改造治理后处理产品安装单 编号: \_\_\_\_\_

<b>车辆基本情况</b>	
型号: _____ 号牌: _____ 里程表读数: _____ 最大总质量: _____ 出厂日期: _____ 车辆识别号 (VIN): _____ 发动机型号: _____ 原始排放水平: _____ 排量: _____ 功率: _____ 车辆技术状况描述: 气缸压力: _____ 喷油正时: _____ 喷油器开启压力: _____ 调速器最高空转转速: _____ 自由加速烟度: _____	
<b>后处理产品及安装情况</b>	
产品生产单位: _____ 产品型号: _____ 产品编号: _____ 安装日期: _____ 安装地点: _____ 安装负责人: _____ 再生策略简要描述: _____ _____	
<b>车辆检查、测试情况</b>	
外观检查情况: 密封性检查情况: 动力性检查情况: 排放目测情况: 安全性检查情况:	
车辆所有者 (签名)  _____ 年 月 日	产品供应商代表 (签名)  _____ 年 月 日

本安装单由产品供应商提供, 一车一单 (三联)。

第一联: 车主留存; 第二联: 产品供应商留存; 第三联: 环保部门留存。

**附录D**  
(资料性附录)  
**后处理产品推荐结构型式**

根据国际上多年使用柴油车后处理器的经验和发展历程，所有后处理产品在使用寿命期内都需要拆卸下来进行清洗维护（如清洗沉积的灰分）。为了方便拆卸后处理产品进行清洗，推荐产品采用模块组合形式，即排气入口、(喷油燃烧器或电加热器，如果有)、催化器、过滤器和排气出口设计成标准模块（如下示意图）。

