

附件 3

机动车排放污染防治技术政策编制说明

(征求意见稿)

2016 年 10 月

环境保护部科技标准司

目 录

1 项目背景.....	1	8
1.1 任务来源.....	1	8
1.2 承担单位.....	1	8
1.3 主要编制过程.....	1	8
1.4 主要依据.....	1	8
2 行业概况及发展趋势.....	2	0
3 技术政策编制的必要性.....	2	8
4 污染防治技术研究.....	2	9
4.1 汽油车.....	2	9
4.1.1 国内汽油机现状.....	2	9
4.1.2 国外汽油机现状.....	3	0
4.1.3 汽油机所采用的新技术及发展趋势.....	3	2
4.2 柴油车.....	3	4
4.2.1 柴油机增压中冷技术.....	3	5
4.2.2 高压喷射技术.....	3	5
4.2.3 燃油供给系统.....	3	6
4.2.4 柴油机四气门技术.....	3	7
4.2.5 EGR 技术.....	3	7
4.2.6 柴油机电子控制技术.....	3	7
4.2.7 柴油机排气后处理器技术.....	3	7

4.3 低速汽车.....	3	8
4.3.1 单缸柴油机.....	3	8
4.3.2 多缸柴油机.....	3	9
4.4 摩托车.....	3	9
4.4.1 摩托车污染控制主要技术.....	4	0
4.4.2 未来发展趋势.....	4	2
4.5 车用发动机.....	4	3
4.5.1 混合动力技术.....	4	3
4.5.2 天然气驱动技术.....	4	4
4.5.3 燃料电池驱动技术.....	4	4
4.5.4 纯电力驱动技术.....	4	5
5 技术政策制定的基本原则、方法和技术路线.....	4	6
5.1 基本原则.....	4	6
5.2 编制方法.....	4	6
5.3 技术路线.....	4	6
6 技术政策条文说明.....	4	8
6.1 总则.....	4	8
6.2 源头控制.....	4	9
6.2.1 新生产及进口汽车、摩托车及其发动机.....	4	9
6.2.2 车用燃料、燃料清净剂、车用机油及氮氧化物还原剂...5	3	
6.3 污染防治及综合利用.....	5	5
6.3.1 大气污染防治.....	5	5
6.3.2 噪声污染防治.....	5	7

6.3.3 固体废物处理处置.....	5	7
6.4 鼓励研发和推广应用的污染防治技术.....	5	8
6.4.1 排放控制装置.....	5	9
6.4.2 排放测试设备.....	6	0

1 项目背景

1.1 任务来源

依据环境保护部《关于开展 2011 年度国家环境技术管理项目计划工作的通知》，环境保护部办公厅下达了修订国家环境技术管理项目《机动车排放污染防治技术政策》的任务。

1.2 承担单位

中国环境科学研究院为项目第一承担单位，中国汽车技术研究中心为项目第二承担单位。

1.3 主要编制过程

本项目任务书下达后，中国环境科学研究院、中国汽车技术研究中心共同成立了技术政策编制组。编制组进行了相关资料的查阅和收集工作，对机动车污染防治技术的国内外发展现状和趋势进行了总结分析，对技术政策修订的范围和重点进行了探讨。编制组在确定了技术政策结构、范围、内容等问题，完成技术政策开题论证报告及技术政策初稿后，于 2012 年 4 月 24 日召开了技术政策开题专家论证会，并顺利通过环境保护部科技标准司组织的开题论证。

编制组分别于 2012 年 11 月 27 日、2016 年 5 月 20 日和 2016 年 9 月 2 日召开了专家研讨会，在广泛听取专家意见和建议后，完成了技术政策征求意见稿及其编制说明的编写。

1.4 主要依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》
- (3) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》

- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- (5) 《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)
- (6) 《“十二五”节能减排综合性工作方案》(国发〔2011〕26号)
- (7) 《国家环境保护“十二五”规划》(国发〔2011〕42号)
- (8) 《关于加强机动车污染防治工作推进大气PM2.5治理进程的指导意见》(环发〔2012〕129号)
- (9) 《重点区域大气污染防治“十二五”规划》(环发〔2012〕130号)
- (10) 《汽车产业调整和振兴规划》
- (11) 《节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020)》
- (12) 《国务院办公厅关于加强内燃机工业节能减排的意见》(国办发〔2013〕12号)
- (13) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号)
- (14) 《关于印发加强“车油路”统筹,加快推进机动车污染综合防治方案的通知》(发改环资〔2014〕2368号)
- (15) 《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》(国环规大气[2016]2号)
- (16) 《关于开展机动车和非道路移动机械环保信息公开工作的公告》(国环规大气[2016]3号)
- (17) 《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)

(18) 《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第五阶段)》(GB 18352.5-2013)

(19) 《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 17691-2005)

(20) 《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》(GB 18285-2005)

(21) 《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》(GB 3847-2005)

(22) 《车用汽油有害物质控制标准》(GWKB 1.1-2011)

(23) 《车用柴油有害物质控制标准》(GWKB 1.2-2011)

(24) 《车用汽油》(GB17930-2013)

(25) 《车用柴油》(GB19147-2013)

(26) 《储油库大气污染物排放标准》(GB 20950-2007)

(27) 《汽油运输大气污染物排放标准》(GB 20951-2007)

(28) 《加油站大气污染物排放标准》(GB 20952-2007)

2 行业概况及发展趋势

新车排放标准的实施对于降低机动车排放污染起到了重要作用,国III阶段与国I前阶段相比,轻型汽油车的一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)排放量分别下降了97.2%、97.3%和98.0%,重型柴油车则分别下降了88.6%、97.2%和77.0%,如图1、图2。但是由于结构原理及成本所限,随着排放标准的进一步加严,新车单车减排幅度将逐渐减小。

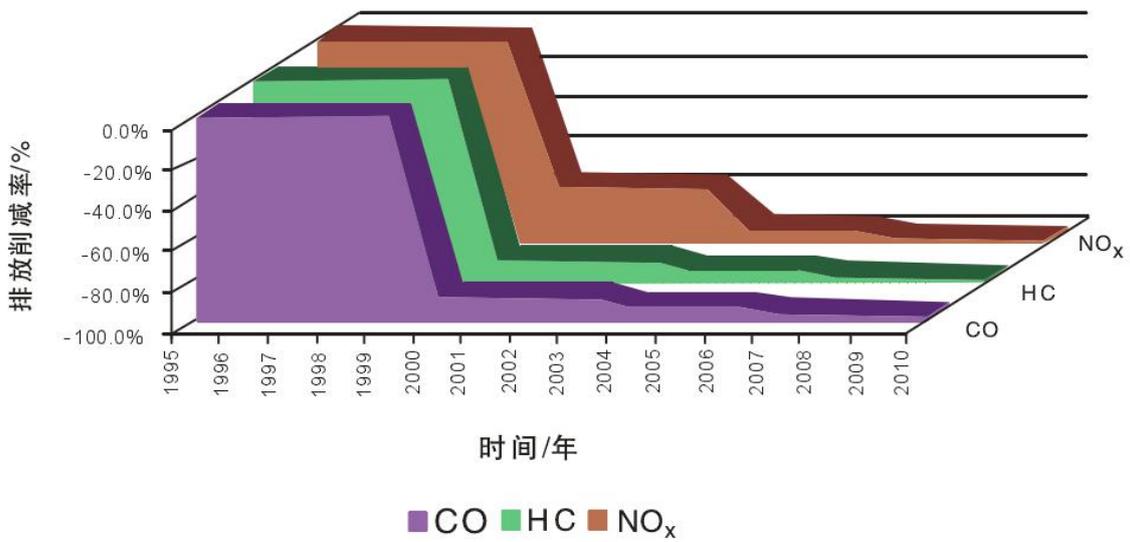


图1 轻型汽油车单车污染物排放强度变化趋势

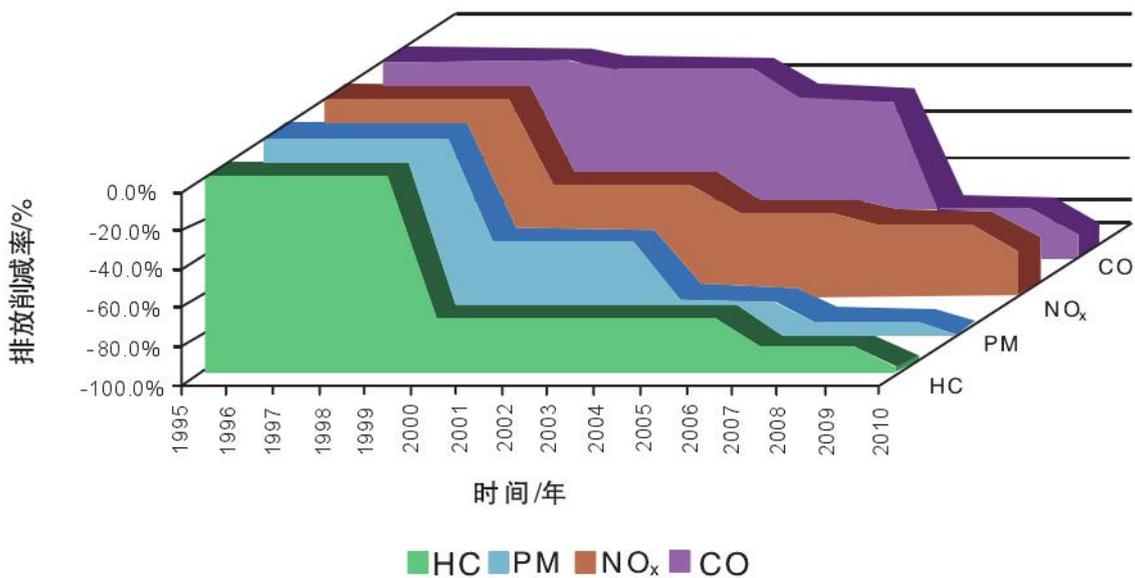


图2 重型柴油车单车污染物排放强度变化趋势

如图3所示，由于受经济增长放缓及能源、环境等因素影响，美国汽车销量呈逐渐下降的趋势，中国汽车在经历了快速增长阶段后，近几年增速也明显放缓。预计未来我国新车增长速度将继续放缓，新增机动车保有量比重将会逐渐下降，新增机动车保有量比重变化趋势见图4。因此，随着新增机动车单车排放及保有量比重的逐

步下降，在用车排放污染防治将成为今后工作的重点。

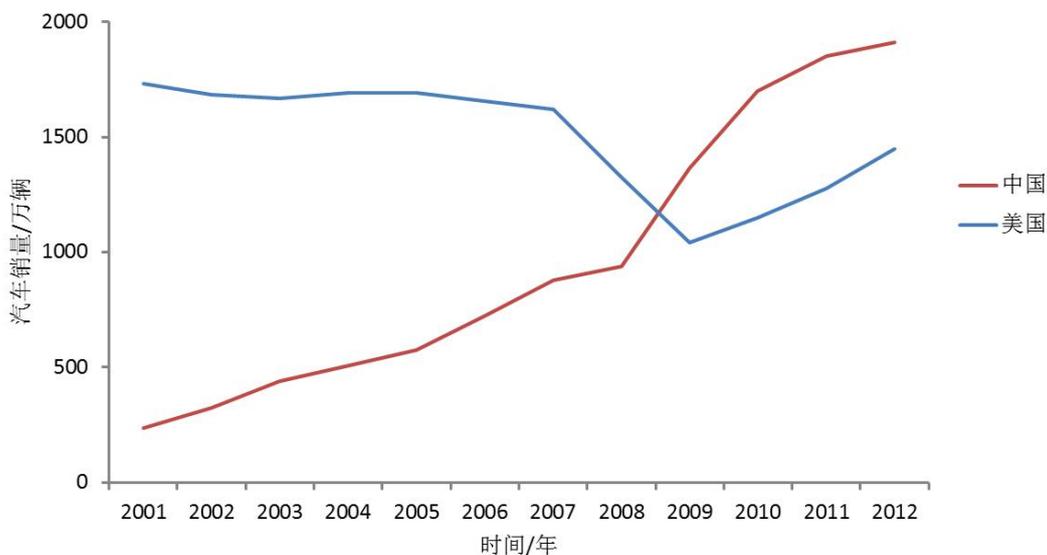


图3 中美汽车销量变化趋势

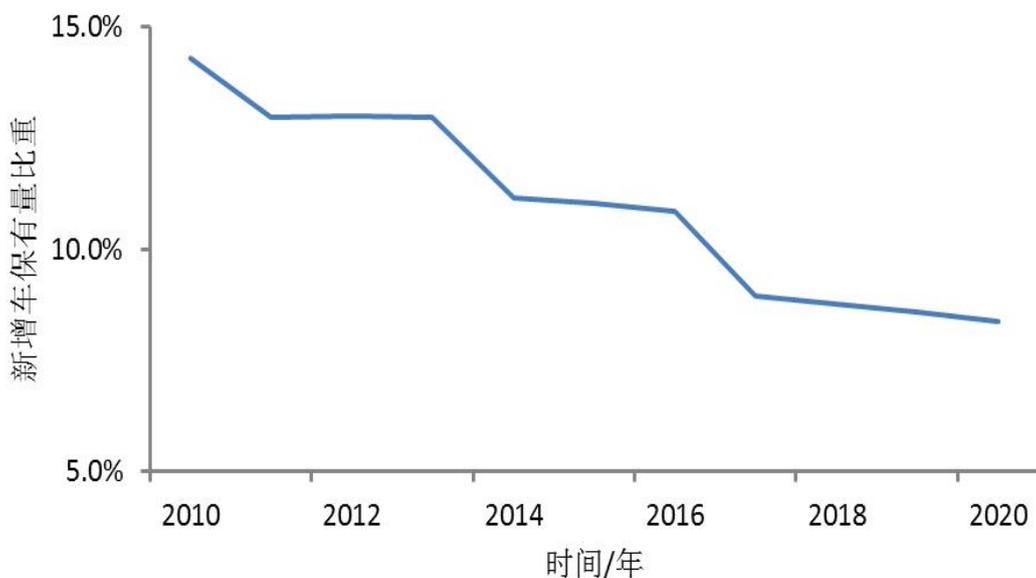


图4 新增机动车保有量比重变化趋势

机动车污染排放与机动车保有量和保有结构有很大的关系。《中国机动车环境管理年报 2016》指出，2010-2015 年全国机动车保有量由 19006.2 万辆增加到 26002.5 万辆，年均增长 6.5%，污染物排放总量由 4451.1 万吨增加到 4532.2 万吨，年均增长 0.4%。

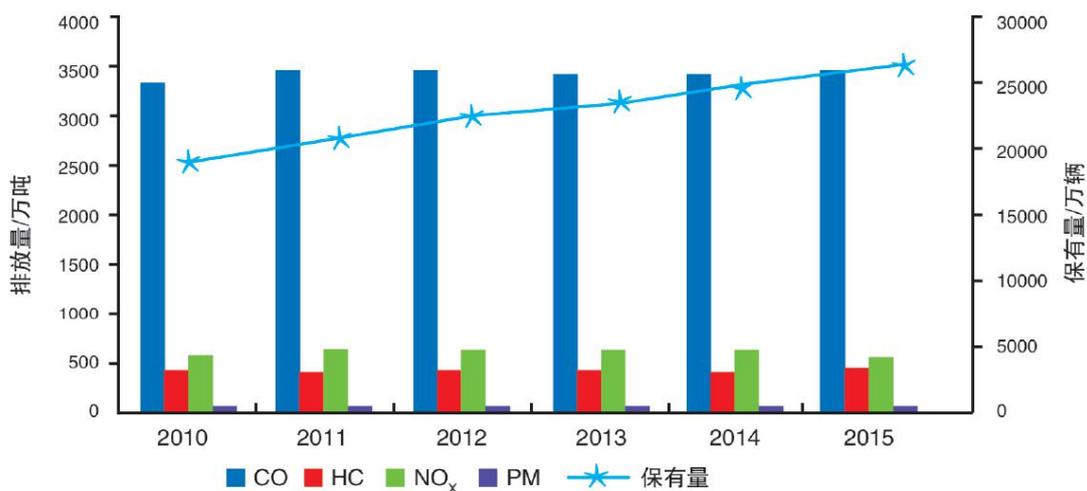


图5 全国机动车保有量及排放量变化趋势

从保有结构来看，2015年占汽车保有量8.5%的国I及以前标准汽车，其排放的四种主要污染物占排放总量的50%以上，而占保有量31.9%的国IV、国V及以上标准汽车，其排放量还不到排放总量的10%，不同排放标准汽车保有量构成及排放分担率见图6、7。因此在不断加严排放标准的同时，控制机动车保有量增长速度以及加快高排放机动车淘汰，调整机动车保有结构，将有效降低机动车污染排放。

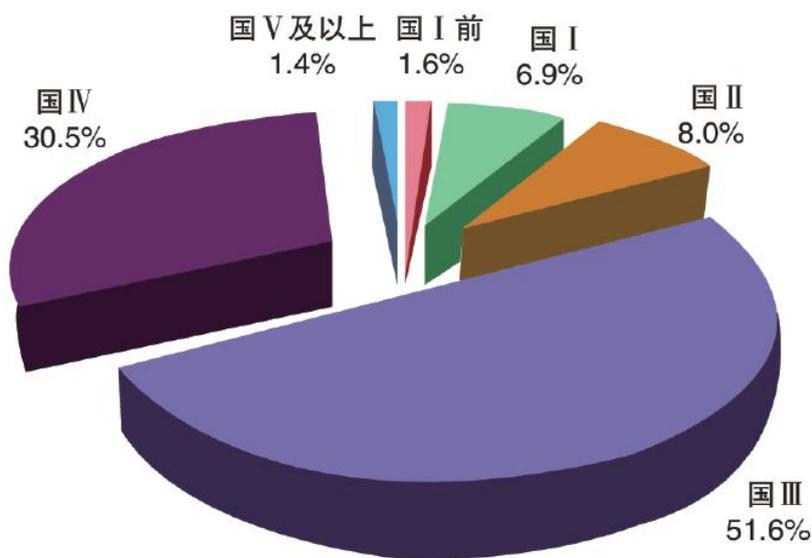


图6 不同排放标准汽车保有量构成

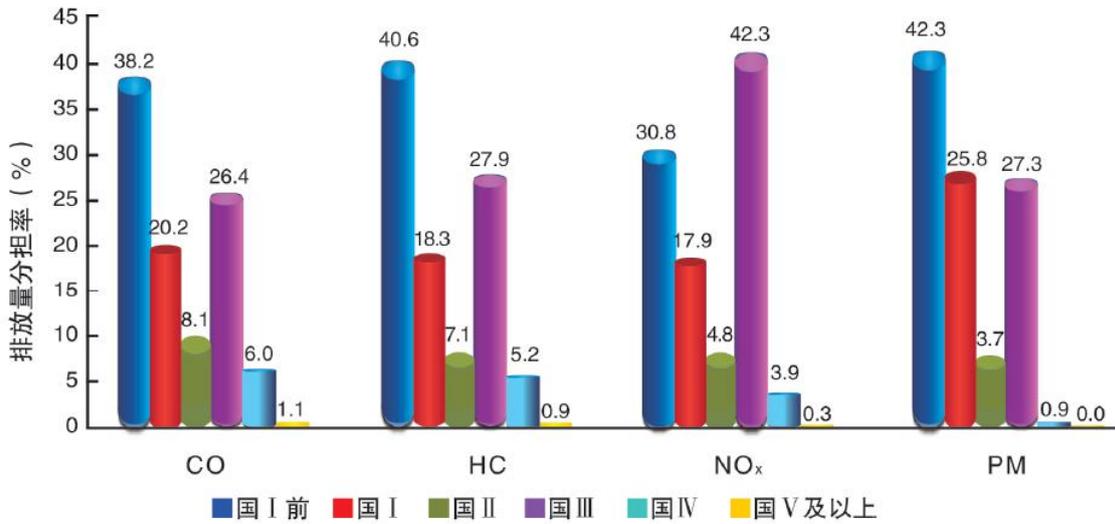


图 7 不同排放标准汽车排放分担率

目前我国汽车已全面实施国 IV 排放标准。气体燃料汽车自 2013 年 1 月 1 日起开始实施国五排放标准，其他车辆按照分区、分时、分类的指导原则，自 2016 年 4 月 1 日起，逐步实施第 V 阶段机动车排放标准。非道路移动机械排放标准相对滞后，自 2015 年 10 月 1 日起，逐步实施第 III 阶段排放标准。截止 2015 年底，全国机动车排放标准实施进度如表 1 所示。

表 1 全国机动车排放标准实施进度

车型 \ 年份		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
轻型汽车	柴油车	国 II		国 III				国 IV			
	汽油车	国 II		国 III			国 IV				
	气体燃料车	国 II		国 III			国 IV				
重型汽车	柴油车	国 II		国 III				国 IV			
	汽油车	国 II			国 III			国 IV			
	气体燃料车	国 II		国 III		国 IV		国 V			
摩托车	两轮和轻便摩托车	国 II			国 III						
	三轮摩托车	国 II					国 III				
低速汽车		无控制要求	国 I	国 II							
非道路移动机械	柴油发动机	无控制要求			国 I		国 II				国 III
	小型汽油发动机	无控制要求						国 I		国 II ¹⁾	

《大气污染防治行动计划》指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。黄标车和老旧车的淘汰，为新车发展提供了更多空间。

为减缓气候变化带来的影响，提高在气候谈判中的话语权，应当加强对机动车温室气体排放的控制及管理。《大气污染防治法》指出对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、氨等大气污染物和温室气体实施协同控制。目前，欧盟实施了对机动车二氧化碳（CO₂）排放的管理，要求汽车生产企业 2012 年 CO₂ 平均排放为 120g/km，2020 年 CO₂ 平均排放为 95g/km。美国 EPA 也依据《清洁空气法》制定了全国统一的机动车 CO₂ 排放标准，提出到 2016 年达到 250g/mile(约为 155 g/km)，2025 年达到 163g/mile (约为 101 g/km) 的目标。我国目前没有直接对机动车 CO₂ 排放进行管理，而是通过控制机动车燃料消耗量间接控制 CO₂ 排放。《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020 年）》指出，争取到 2015 年，中国乘用车平均燃料消耗量降至 6.9 L/100 km，到 2020 年降至 5 L/100km。中国汽车技术研究中心研究数据表明每消耗 1L 汽油约产生 2374.7g 的 CO₂。我国乘用车中绝大部分为汽油车，因此利用汽油消耗量与 CO₂ 排放量之间的换算关系 1L/100km=23.747g/km，可以近似计算出 CO₂ 排放目标约为 164g/km 和 119g/km。除 CO₂ 外，机动车排放的甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)等也是温室气体的重要

组成部分。由于机动车能耗和温室气体排放之间并不是简单的线性关系，通过控制机动车燃料消耗量间接控制温室气体排放并不能准确把握机动车温室气体排放情况，从而有效降低机动车温室气体排放。因此，应当对机动车 CO₂ 等温室气体排放进行直接管理，并制定相关标准，从而准确把握机动车温室排放情况，为共同应对气候变化做好准备。

随着车辆的增多，机动车行驶过程中产生的噪声污染已成为城市环境中最主要的噪声源，越来越被人们所重视。目前我国已实施 GB1495-2002 《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》，对不同类别的汽车加速行驶车外噪声分别进行了限制。标准分两个阶段分别实施，2002 年 10 月 1 日起实施第一阶段，2005 年 1 月 1 日起实施第二阶段。目前除轿车和轻型汽车的加速噪声与发达国家的限值相当之外，大型客车、中、重型载货汽车的限值与发达国家相比也有较大差距。

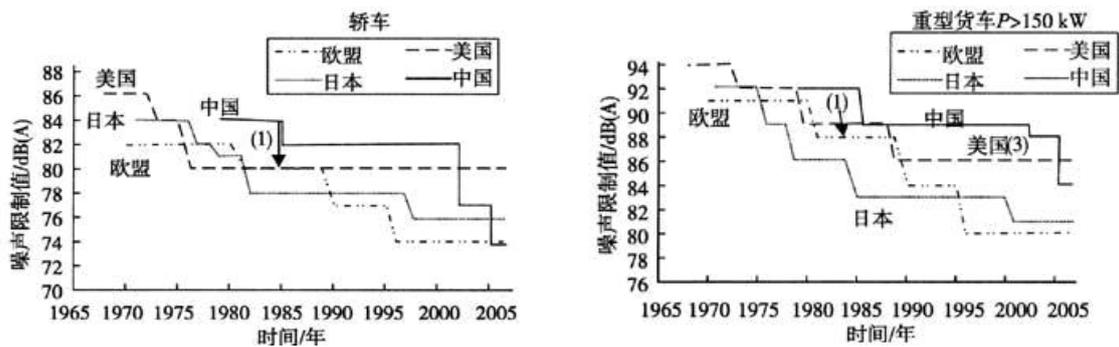


图 8 汽车加速行驶车外噪声限值变化 (M1 类) 图 9 汽车加速行驶车外噪声限值变化 (N3 类)

目前，我国还没有匀速行驶的噪声限值标准以及车内噪声的限值标准。一般汽车在城市道路行驶过程中，其匀速行驶占用的时间比例为 45%至 55%，如果不控制匀速行驶噪声值，则城市交

通噪声环境污染得不到有效消减。ECER51.03 法规中增加了匀速测试工况，从而更真实的反映城市实际工况中的汽车噪声。未来除进一步加严机动车加速行驶车外噪声限值标准外，还应制定匀速行驶车外噪声及车内噪声限值标准，从而有效降低城市交通噪声水平。

车用油品质量是影响机动车污染物排放的关键因素，是确保车辆尾气达标排放的重要保障。由于油品硫含量过高，导致 DPF 等后处理系统无法应用，重型柴油车国IV排放标准比原定计划推迟了两年半。国务院及相关部委高度重视油品升级问题，连续多次召开国务院专门会议，研究加快油品质量升级。目前，我国已全面供应国IV标准车用汽柴油（硫含量不大于 50ppm），2017 年 1 月起全面供应国V标准车用汽柴油（硫含量不大于 10ppm），东部地区 11 个省市（北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南）2016 年 1 月提前供应。油品质量尤其是硫含量水平，对机动车排放有直接的影响，因此为了配合机动车排放标准的顺利实施以及降低在用车排放水平，应尽快供应第五阶段车用燃料。车用燃料标准实施进度见表 2。

表 2 车用燃料标准实施进度

年度 项目	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
车用汽油	II	III			IV			V		
车用柴油	II		III			IV		V		
普通柴油	II				III				IV	V

3 技术政策编制的必要性

2000 年以后，随着我国经济的快速增长，汽车工业得到快速发展。据中国汽车工业协会最新发布的数据显示，2015 年汽车产销分别为 2450.33 万辆和 2459.76 万辆，同比分别增长 3.3% 和 4.7%，连续 7 年成为世界汽车产销第一大国。汽车保有量也随之快速增长，根据《中国机动车环境管理年报 2016》统计，截止 2015 年底，全国机动车保有量达到 2.79 亿辆，机动车尾气排放已成为我国城市空气污染的主要来源，是造成灰霾、光化学烟雾污染的重要原因。

1999 年，原国家环保总局发布《机动车排放污染防治技术政策》（环发〔1999〕134 号），对新车、在用车、油品质量以及检测技术等进行了明确指导。2003 年又相继发布了《柴油车排放污染防治技术政策》和《摩托车排放污染防治技术政策》。技术政策的发布对促进我国机动车生产企业产品升级和排放控制技术进步发挥了重要作用，使我国机动车排放污染控制水平整体上有了很大的提高。随着新车标准的不断加严，一些先进的排放控制技术得到推广应用，单车排放逐步降低。与国 I 前阶段相比，国 III 阶段轻型汽油车的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物排放量分别下降了 97.2%、97.3% 和 98.0%，重型柴油车则分别下降了 88.6%、97.2% 和 77.0%。同时，随着各项管理制度的不断完善，在用车排放也得到有效控制。通过对新车实施环保型式核准和监督检查，积极推进在用车环保检验、环保标志管理和淘汰高排放车辆等工作，“十一五”期间我国机动车保有量由 11815.7 万辆增加到 19006.2 万辆，增长了 60.9%，但污染物排放量仅增长了 6.4%。

随着城市建设的发展、人口的集中及交通量的增长，机动车排

放污染物对城市大气质量的影响日趋严重，汽车排放已经成为我国大中型城市大气污染的主要源头之一，必须加以严格控制。我国“十二五”环境保护工作的思路和国务院转发的《环境保护部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》（国办发〔2010〕33号）均提出，坚持“污染物总量控制”和“区域城市空气质量改善”同时进行，对于我国机动车的污染防治工作提出了更高的要求。2016年新修订的《大气污染防治法》正式实施，对机动车排放污染防治工作思路和理念作出重要调整。随着机动车排放污染防治形势的不断变化，原有的《机动车排放污染防治技术政策》已经不能满足现阶段的要求。

因此，从技术和管理需求等方面来讲，更新和修订原有的《机动车排放污染防治技术政策》是非常必要的和有意义的。《机动车排放污染防治技术政策》的修订，将对机动车生产企业了解我国环保需求，提高污染控制技术水平、把握技术发展趋势，提供有益的参考和指导作用。《机动车排放污染防治技术政策》（修订）的实施，将在机动车排放污染防治方面发挥更大的作用，对实现机动车减排目标、改善环境质量具有十分重要的意义。

4 污染防治技术研究

4.1 汽油车

2015年，中国汽车产业继续保持平稳增长的势头，产销量双双突破2400万辆，连续7年成为世界第一大汽车产销国。与此相对应，作为乘用车主要动力系统，汽油发动机的产量也大幅提高。

4.1.1 国内汽油机现状

我国早期汽油机大多是引进和测绘仿制产品，之后随着中外合资企业的建立及技术引进，我国汽车行业已生产多种机型。目前国内已经能够自行设计并开发中小功率的汽油发动机和部分中速发动机。在技术应用方面，大多数引进机型和合资企业生产的机型都采用一些国外先进技术。

国内已经投产的发动机厂可以分为三大类：

第一类是 2000 年以前投产的，基本是 20 年以前的技术，典型的代表就是丰田的 491 发动机，至今还在生产。

第二类是在 2000 年到 2005 年之间投产的，它是上一代技术被转移到中国来的结果，典型的代表是三菱 4G6 平台上的发动机。

第三类是 2005 年之后开工的，和国际先进水平保持同步水准，比如通用的 V8 的技术、大众的 EA888 平台上的直喷技术。

不同技术水平的发动机现在几乎都在中国同时生产。但是随着中国政府排放法规的越来越严格，发动机厂家被不断要求提升技术能力，未来技术落后的发动机将难以在国内立足。发动机的升级换代工作还受燃油价格、油品质量特别是柴油质量的影响。汽车消费税政策和燃油消耗量政策，也都会对发动机在中国的生产起到很大的作用。

4.1.2 国外汽油机现状

为了适应汽车对节油、环保、安全的需要，车用汽油机主要朝着更节油、更环保的方向发展。国外汽油机先进技术主要包括：

(1) 多气门技术：每缸 3-5 个气门（大多为 4 气门），可提高功率，改善燃烧质量。

(2) 双顶置凸轮轴 (DHC) 可提高转速、提升可靠性。

(3) 可变气门正时 (VVT): 根据不同转速调节气门时, 可节省燃油, 改善排放, 如本田 VTEC、丰田 VVT-i 等。

(4) 汽油机增压: 可提高升功率, 在排量不变的情况下, 可提高功率, 如帕萨特 1.8T 轿车。

(5) 可变进气道长度 (VIM): 在不同转速下使用不同进气道长度, 保证在任何工况下都有较好的充气效率。

(6) 停缸技术: 在输出功率减小时, 使一部分气缸停止工作, 可节省燃油, 如通用开拓者 EXT 2005 款有 8 个气缸, 需要时可使 4 个气缸停止工作。

(7) 全铝发动机: 使用铝缸体、缸盖、活塞等, 可减小质量, 节省燃油。

(8) 智能驱动气门 (SVA): 取代传统凸轮轴, 每一个气门挺杆上有一个独立的驱动器, 可以减少 20% 油耗及污染物。

(9) 可变压缩比汽油机: 将传输功率与压缩比控制功能进行整合, 压缩比可变。

(10) 汽油机直喷 (GDI) 和稀薄燃烧技术: 将高压汽油直接喷射到气缸内, 周围为稀薄混合气, 实现分层燃烧, 可提高燃料经济性, 节油约 20%。

(11) 可控燃烧速率系统 (CBR): 两个进气道, 有一个是切向进气的, 另一个是中性的。喷油器向两个进气道喷入等量的燃油。改变进气口封闭控制阀的位置, 可调节气缸内空气涡流强度和混合气浓度, 实现稀薄燃烧;

(12) 发动机用电子控制单元 (ECU): 福特汽车公司在美国底特律推出了一项名为 EcoBoost 的全新发动机技术。未来 5 年中, 每年在北美将有 50 万辆福特、林肯等品牌汽车采用这一新技术, 从而使其燃油经济性提升高达 20%。

4.1.3 汽油机所采用的新技术及发展趋势

由于汽油机的燃油经济性比柴油机差, 所以降低汽油机的能耗已经成为汽车界当前必须要解决的一个问题。具有理论空燃比的均质混合气的燃烧理论在火花点火发动机上被广泛使用, 它的最大优点是可以使用三效催化器来降低 CO、HC 和 NO_x 等废气的排放。不足之处是不能获得较高的燃油经济性, 为了提高发动机的热效率和降低排放, 燃烧技术在不断地发展。汽油机经历了由完全机械控制的化油器供油为主到采用电控喷射、缸内直喷、电辅助增压和电动气门、可变压缩比、停缸等技术的变化, 汽油机发展的最终方案将采用综合汽油机和柴油机优点的燃烧控制技术。

(1) 汽油机增压技术。增压技术可以降低发动机的泵气损失, 提高发动机的热效率, 减小发动机的 CO₂ 排放。增压可以分为机械增压和涡流增压两种形式, 机械增压的瞬态响应要优于涡流增压, 但是机械式增压通常由发动机的曲轴直接驱动, 发动机要损失一部分机械功, 所以涡流增压的应用更广泛。增压技术的研究应用已经比较成熟, 欧洲已将增压技术作为实现 CO₂ 小于 120g/km 排放目标的必选技术之一。

(2) 汽油机直喷 (GDI) 技术。将汽油通过高压 (约 100 大气压) 供油系统将汽油直接喷到燃烧室内与空气混合、燃烧。与传统

的多点气道喷射的汽油机相比，GDI 有四大显著的优点：能有效降低发动机的未燃碳氢化合物的排放；使汽油在燃烧室内雾化、蒸发，降低了燃烧室内空气的温度，从而增加了燃烧室内空气的质量；因汽油蒸发降低了充气的温度，使发动机设计师有可能提高发动机的压缩比，提高发动机的热效率；GDI 使发动机能很容易实现分层燃烧。

(3) 可变气门定时技术 (VVT)。发动机气门升程和配气相位定时可以根据发动机工况作实时的调节。这一技术使发动机设计师无需再在低速扭矩与高速功率之间作抉择，实时的气门定时调整使得同时顾及低速扭矩与高速功率成为可能。连续可变气门定时技术加上先进的发动机控制策略，可以巧妙地实现可变压缩比。如在大负荷时，发动机容易发生自燃引起的爆震，通过推迟进气门关闭的时间来达到降低有效压缩比的目的，从而避免爆震。而在中小负荷时，爆震不再是个问题，可以通过调整气门关闭时间达到提高有效压缩比的目的，从而使发动机在中小负荷时有优异的热效率。可变气门技术也可使汽油机排放品质达到更好的水平。

(4) 燃烧速率控制滑片技术。汽油机在怠速和小负荷时，燃烧室内残余废气所占的比例很高，会导致点火困难、火焰传播速度慢。燃烧速率控制滑片就是通过促进燃烧室内在火花塞附近创造稳定的、容易点燃的空气燃油混合比，通过增加燃烧室湍流的强度达到节能环保的目的。发动机在怠速或小负荷时，发动机电子控制器会实时调节滑片在发动机进气道的位置，使滑片挡住进气道部分截面积，从而使新鲜空气和燃油的混合气在进入燃烧室时有一个切向的速度，在燃烧室内形成有序的涡流。在着火及燃烧的早期，有序的

涡流碎化成小尺度的涡流，从而大大提高火焰的传播速度。

(5) 可变排量技术。可变排量技术就是根据汽车动力的需求来实时决定发动机的有效排量，使做功的汽缸总是处于大负荷状态，从而达到节能环保的目的。这一技术适用于中大排量、V型布置的发动机，如本田的V6、通用的V8及戴姆勒的V12汽油机。

汽油机环保节能技术中，可变配气系统在汽油机上的应用比较广泛，技术发展也比较成熟。停缸技术只能在6缸以上的发动机上使用，而且具有较好的节油效果，其成本相对于其应用的高档轿车而言，也是可以接受的。可变压缩比技术则因为较高的成本和可靠性问题还不适合在国内的批量生产。增压与直喷则是未来汽油机发展的必然方向，因此，对增压技术和直喷技术的研究应该是目前内燃机研发的重点工作之一，其他技术应当作为中长期技术进行积极研发。

4.2 柴油车

柴油机的大功率、低排放、良好的电子控制等显著优点将使柴油发动机在新的时代有长足的发展。无论过去还是未来清洁柴油技术都是商用车主要的驱动系统，电控高压燃油喷射系统、尾气后处理系统和废气再循环是降低排放所必需的技术。随着车用柴油机技术的不断进步，在满足排放法规的同时，其动力性和经济性也有了飞速的发展。车用柴油机的燃油经济性与发动机的排放水平密切相关，根据柴油机的工作特点，在相同配置条件下，为满足排放法规的要求，通常不得不牺牲掉部分燃油经济性。为了不断改善燃油经济性，新型燃油系统和燃烧系统不断涌现。柴油机高压共轨系统、

柴油机综合电控技术、燃烧控制等技术能使发动机在满足越来越严格排放法规的同时具有良好的动力性和经济性。

为使柴油机既具有良好动力性和经济性又满足排放法规要求，制造厂需要对柴油机的供油系统、增压系统、进排气系统、燃烧系统及废气后处理系统等不断进行技术改进，下面将分别叙述。

4.2.1 柴油机增压中冷技术

柴油机增压能显著增加进气量，增加输出功率，柴油机增压和中冷技术长期以来一直是强化柴油机输出功率的有效手段。实施欧洲 I 阶段排放标准后，国内外车用重型柴油机广泛采用增压和中冷技术，特别是空-空增压中冷技术已经成为重型柴油机满足欧 II 以上排放法规必须采用的技术，也是重型柴油机增加动力性、改善燃油经济性必要的措施。

现代车用柴油机的增压系统，广泛采用带废气旁通阀及可变喷嘴截面或可变涡轮截面增压器，可变增压器可提高涡轮工作转速，改善低速增压器的性能，从而使发动机的扭矩特性得到大幅度提高，废气排放品质也相应得到改善。

自国 II 排放标准后，增压中冷技术在我国的车用重型柴油机上得到了普遍应用，车用柴油机增压系统的发展趋势是由普通增压中冷向可变增压器、多级增压等方向发展。

4.2.2 高压喷射技术

高压喷射技术应用最广泛，从机械控制的直列泵到电控的高压共轨系统的发展过程中，喷油压力有了大幅度的提高，喷油正时的调整和精确控制成为可能。高压共轨系统与凸轮轴驱动的机械式供油系统不同的是，高压共轨系统将喷射压力的产生和喷射过程彼此分

开。电磁阀控制的喷油器替代了传统的机械式喷油器，燃油压力由一个径向柱塞式高压泵产生，喷油器电磁阀上的脉冲信号控制燃油的喷射过程，喷油量的大小取决于燃油轨中的油压、电磁阀开启时间的长短及喷油嘴液体流动特性。燃油喷射压力是柴油发动机的重要指标，影响发动机的动力性、经济性、排放等指标。

在喷油系统中，满足欧II标准需要的泵端压力 90 MPa-100MPa，满足欧III和欧IV阶段标准需要的泵端压力 120-135MPa，在欧洲广泛使用 160MPa 甚至更高的泵端压力，共轨柴油喷射系统已经可以把燃油喷射压力提高到 200MPa 以上。柴油机的高压共轨喷射和可预喷的泵喷嘴技术是柴油机实现高动力性、经济性和低排放的关键。

典型的燃油高压喷射系统有：共轨系统、泵喷嘴系统和单体泵系统。目前，这些技术在国外柴油机生产上得到广泛的应用。国III阶段我国重型柴油机采用的技术路线主要有三种：高压共轨系统，直列泵+EGR（内部或者外部），电控组合单体泵。

4.2.3 燃油供给系统

柴油机的燃油供给系统是柴油机提高性能、降低油耗、改善排放的关键部件。油泵油嘴产品的配套范围为柴油汽车、农机和工程机械、船舶等。随着国民经济的发展，高速铁路、高速公路和地铁等基础建设项目的不断开工，以及城镇化的进程，对载货汽车、工程机械需求量的增加有刺激作用，从而加速了整个油泵油嘴行业的发展。

汽车排放法规的实施，促使我国油泵油嘴产品升级步伐的加快。为满足国IV及以后更严格的排放标准，车用柴油机需要采用电控高压共轨燃油喷射系统。目前，能大批量生产供货商只有博世、电装、德尔福、康明斯等国外企业和外方控股的合资企业。随着排放法规

的不断加严，电控柴油喷射系统取代传统的机械控制油泵油嘴的步伐必将加快。

4.2.4 柴油机四气门技术

柴油机采用四气门技术，可以有效地提高柴油机缸内进气量，特别是对柴油机高速工况改善的效果更明显。采用四气门时，喷油器可以布置在气缸中心线处，对排放的控制非常有利。基于上述原因，四气门技术已成为满足欧III排放法规的柴油机的标准配置。

4.2.5 EGR 技术

降低 NO_x 排放的有效措施之一是使用 EGR 技术，即将一部分废气再次返回进气中参加燃烧以降低燃烧温度，达到降低 NO_x 排放的目的。无论汽油机还是柴油机都可以采用废气再循环技术降低 NO_x 排放，内部或者外部 EGR 技术是我国车用柴油机满足 III 阶段排放法规的主流技术。

4.2.6 柴油机电子控制技术

随着排放控制的日益严格，需要更高及恒定的柴油喷射压力和更完善的电子控制，电子控制喷油技术是满足排放法规首要措施，通过 ECU 可以准确的控制燃油分配、燃油喷射时间、喷射压力和喷射速率，获得最佳的动力性和经济性，我国在满足 III 阶段排放标准的柴油车上开始采用柴油机电子控制技术，典型的电控应用有：直列泵电控技术，VE 泵电控技术，电子调速器，电控高压共轨，电控单体泵和电控组合单体泵等。

4.2.7 柴油机排气后处理器技术

柴油机的排气后处理技术主要有：(1)颗粒物过滤器 (DPF)，降低颗粒排放；(2)用来降低 NO_x 的选择性催化还原装置 (SCR)；(3)

氧化型催化器 (DOC); (4) 部分流颗粒物过滤器 (POC) 等。

由于柴油硫含量较高, 我国重型柴油车为满足IV阶段排放法规多选择耐高硫的 SCR 技术。在有低硫油提供的地区, 也可以采用壁流式颗粒物过滤器, 颗粒物降低率为 80%以上。

4.3 低速汽车

低速汽车包括三轮汽车和低速载货汽车。根据农用运输车辆分会统计数据, 2009 年三轮汽车配套发动机中缸径大于等于 100mm 的比例保持在 80%以上。低速载货汽车配套发动机仍以 4 缸柴油机为主, 90mm 以上缸径的发动机占据了 50%的比例。近年来随着专业运输市场需求的增加, 低速汽车的载重量、外廓尺寸与发动机功率有明显增大的趋势。

4.3.1 单缸柴油机

我国三轮汽车和低速载货汽车配套的单缸柴油机以直喷式柴油机为主, 功率在 8kW~18kW 范围, 以卧式、水冷、手摇起动为主; 喷油系统以配置 S 型喷油器为主, 有向 P 型喷油器转化的趋势; 喷油泵泵端压力在 30MPa~40MPa 左右。多年来由于多数机型的机体、曲轴、缸盖、缸体、凸轮、连杆、飞轮齿轮及缸盖等都已有多专业厂大批量生产, 市场上很容易买到, 或有零部件厂专门承担配套, 使得柴油机主机厂的技术含量和密集程度大为降低, 知识产权保护困难, 企业的技术投入受到抑制, 造成技术上多年来没有大的突破。

此外, 由于无序竞争, 以及是作为“三农”服务的主要动力机械, 其价格上升空间极小, 质量提升面临价格的限制。虽然农机行业最近几年做了大量工作, 但由于该行业水平较低、技术力量薄弱, 国外也

没有成熟的技术路线可以借鉴，所以总体技术提升效果不大。单缸机结构简单，可采用的污染控制措施少，特别是无法采用废气涡流增压技术。提高排放水平难度很大，产品的一致性也很难保证。国家对使用单缸柴油机的农用车的总体态度是逐渐淘汰，同时向汽车过渡。

4.3.2 多缸柴油机

三轮汽车和低速载货汽车配套的多缸机（包括两缸、三缸、四缸）都是小缸径小功率的柴油机，功率一般在 18 kW~75kW。这部分柴油机的技术水平相当于车用柴油机上世纪 90 年代的水平，多采用直列喷油泵和自然吸气技术，喷油器多使用 S 嘴，泵端压力在 50MPa~60MPa，一般没有采用增压中冷技术和电控燃油系统。而在这个功率范围的车用柴油机，泵端压力已经达到了 120MPa~140MPa，喷油器可以实现时间控制的电控喷油技术，进气系统采用了增压中冷和 EGR 技术，排气系统增加了后处理系统。

与车用柴油机相比，目前三轮汽车和低速载货汽车用多缸柴油机处于技术落后、低质量、低价格的水平。由于三轮汽车和低速载货汽车在汽车市场中属于最低档的产品，市场对价格的敏感度高，此类产品装用的柴油机面临着提高配置、增加成本的压力，技术提升十分困难。

4.4 摩托车

我国摩托车业经过改革开放近 30 年的发展，自 1993 年以来已连续 20 多年成为世界摩托车生产大国，年产量从 300 多万辆上升到 1800 多万辆，增长了数倍，占世界总量一半以上。据中国汽车工业协会统计分析，2015 年，受世界经济增速放缓的影响，我国摩托车

全年产销量 1883.22 万辆和 1882.3 万辆，同比下降 11.6%和 11.7%。

4.4.1 摩托车污染控制主要技术

对于装用传统燃油发动机的摩托车，排放控制主要包括机内净化与机外净化两方面的措施。

(1) 发动机结构优化设计

通过发动机的结构改进，完善发动机的工作过程，达到降低污染物排放的目的。主要的技术措施包括：改善燃烧系统、改变气缸数和缸径行程、采用水冷技术、小排量发动机四冲程化、多气门技术及可变技术应用等，并严格控制加工精度，保证产品一致性。此类技术措施对于改善发动机的综合性能，如提高动力性、降低车辆的油耗和排放，具有一定的效果，但是潜力有限。

(2) 化油器的改进

通过对发动机燃料供给系统的合理匹配改善混合气的形成条件，实现混合气空燃比的精细化控制。主要技术措施包括：化油器结构改进和优化匹配、化油器混合气的电控调节等。化油器结构改进和优化匹配，主要是优化化油器的量孔、油针结构和尺寸，严格控制加工精度，保证产品一致性。化油器是一个机械产品，一般较好的化油器其空燃比控制精度在 $\pm 7.5\%$ 左右，很难保证空燃比的波动范围在理论空燃比附近，如果采用机械或电子手段提高其控制精度，则成本会大幅增加，性价比可能还不如电喷系统。

(3) 点火系统的改进

目前，绝大多数摩托车采用磁电机式点火方式。这种点火方式结构简单，即使没有蓄电池发动机也能正常点火和运转，这是较突

出的优点。不足之处是：a) 点火时间（即点火提前角）随转速变化而变化，不能随负荷变化而变化，点火提前角不是最佳；b) 低速时点火能量不足，低速时（特别是怠速时）缸内混合气成分不利于点燃和燃烧，导致低速时可能发生断火现象，使发动机排放变差。如果点火提前角能做到精确和实时控制（如计算机控制 MAP 图点火），将对排放控制起到较好效果。

（4）采用电控燃油喷射系统

采用电控燃油喷射系统可以较精确地控制空燃比，使发动机的排放特性、燃油经济性和动力性达到最佳。同时，由于空燃比的精确控制，为催化转化器高效工作创造了条件。在技术上，四冲程摩托车电喷系统已比较成熟，一般采用进气管喷射方式，系统可以采用闭环控制方式，也可以采用开环控制方式。但开环电喷系统没有氧传感器进行反馈，所以不能根据行驶过程中发动机空燃比的变化进行自我调节，无法保证发动机空燃比在全工况的精确控制，整车排放的一致性和耐久性难以保证。

目前摩托车电喷系统从油压产生的原理方面分成两类：一类是演化自汽车电喷系统，靠燃油箱内的燃油泵产生燃油压力，并由喷油器控制喷油量；另一类是靠电枢的往复运动产生燃油压力并喷油，省去了燃油泵和高压油管，所以成本上占有优势。各厂商的电喷系统虽然在名称、元器件和构造上有些差异，但基本的控制思路是相同的。主要将精力放在如何节省成本，用尽量少的传感器实现同样的功能，不降低电喷系统的整体性能。电喷系统在我国推广的障碍主要有两个方面：一方面是成本问题，降低成本是电喷技术在摩托

车上推广的重要前提；另一方面是提高用户使用水平，同时确保售后服务质量。

(5) 排气催化转化技术

排气催化转化技术是在摩托车国III排放控制中广泛使用的后处理措施，可明显降低污染物排放，达到良好的净化效果。为了使摩托车排气中的CO、HC及NO_x等污染物在催化剂的作用下高效地转化为对人体无害的CO₂、H₂O及N₂，以达到较好的排气净化效果，必须解决好催化转化器与发动机的匹配问题。

4.4.2 未来发展趋势

摩托车在国III阶段，150cc以下的两轮摩托车主要技术路线有闭环电喷+单三元催化器、闭环电控化油器+单三元催化器、化油器+双催化器+中间补气、化油器+双三元催化器（+缸头补气）等，其中采用化油器为供油系统的车型占总车型的90%左右。这些车型的化油器，经过优化调整，样车均可满足国III的排放标准要求。对于排量大于150cc的摩托车，目前主要为闭环电喷+三元催化器。对于三轮摩托车，主要为闭环电控化油器+单触媒的技术方案。

随着排放标准的进一步加严，若采用化油器方案，必须充分考虑其生产偏差的影响。目前国III化油器通常采用的生产公差为±7.5%。在国IV执行后，由于标准的加严，需要对催化剂含量、贵金属的添加量进行修改并增加，若对化油器进行高精度匹配，部分现有产品可以达到与规定值，但是考虑到制造偏差，至少有30%以上的产品将是不合格的；所以国IV阶段必须对化油器的生产偏差提出更高的要求，应保证公差为±3.5%，才能达到产品的一致性。在化油器工作过程中，由于减速时从吸气管壁面排出大量未燃燃料，这些燃料会与二次空气

进行混合并促进催化剂的燃烧，催化剂温度呈局部上升趋势，这样就会加速催化效率的劣化。同时，化油器本体由于长时间的油针与量孔的滑动作用使得部件产生磨损而造成空燃比偏差扩大。

对于闭环电控化油器，反馈补充修正幅度在±10%左右，主要是采用闭环控制系统采集发动机转速、油门开度、氧传感器，以及温度传感器的信号，通过电子控制单元（ECU）来精确控制混合气空燃比和进行修正。但是无法跟踪反馈燃料的偏差和环境变化，控制精度不能达到很高的要求。对于闭环电喷系统，由于其采用了精确的闭环反馈控制，达到了对空燃比的精确控制，所以相比以上各种污染物控制方式，效果更加理想。到国V阶段，由于化油器、电控化油器中主燃料控制部的运转不能被判定，所以不符合OBD-I的要求，而OBD-I在国V阶段是判断车辆状态及保证耐久全过程排放达标的重要手段，因此电控喷射系统将是唯一的选择。

4.5 车用发动机

4.5.1 混合动力技术

混合动力汽车为采用传统的内燃机和电动机作为动力能源，通过混合使用热能和电能两套系统驱动汽车。混合动力系统的最大特点是油、电发动机的互补工作模式。在起步或低速行驶时，车辆仅依靠电力驱动，此时汽油发动机关闭，车辆的燃油消耗量是零；当车辆行驶速度升高（一般达40km/h以上）或者需要紧急加速时，汽油发动机和电机同时启动并开始输出动力；在车辆制动时，混合动力系统能将动能转化为电能，并储存在蓄电池中以备下次低速行驶时使用。

混合动力汽车技术发展迅速，已经成为世界各国整车与主要零部件供应商争相发展的目标。中国混合动力汽车技术的发展主要体

现为：轿车混合动力技术模块化，通过功能模块的发展与组合逐步推进汽车动力电气化；城市客车混合动力系统平台化，通过不同的辅助动力总成，适应从汽、柴油内燃机到氢能燃料电池各种不同能源动力的转化。

根据科技部规划，中国混合动力汽车的发展将分为三个阶段：

(1)混合动力汽车大批量产业化，年产量达到百万辆级，占汽车总产量 10%以上。以技术相对成熟、成本增加较少的“微混合”和“轻混合”动力汽车构成混合汽车的主流；

(2)随着电池技术的进步及其价格降低，节能效果更加显著的深度混合动力汽车在混合动力汽车中占据主要地位，“微混合”和“轻混合”动力汽车共同构成混合动力汽车其余的组成部分；

(3)混合动力汽车呈大幅增长态势，占汽车总产量 50%以上，传统的燃油汽车包括代用燃料汽车产量将会下降到汽车总产量的 25%左右。

4.5.2 天然气驱动技术

天然气驱动技术，已经广泛应用于许多车型中，具备了较高的经济性能，例如欧宝汽车推出的赛飞利 CNG，便是以天然气作为主要燃料。以欧宝赛飞利 CNG 为例，其燃烧效率为 18.9km/kg。目前的天然气价格为每公斤 0.76 欧元，成本可比柴油发动机款减少大约 30%，而比汽油发动机款则可减少大约 50%。而且车上的天然气罐由高强度钢制成，其天然气传输管线也由不锈钢制成；同时由于因冲撞导致天然气泄漏的危险较低，而且天然气比汽油易燃性低，所以与普通车辆相比，着火的危险性更低。

4.5.3 燃料电池驱动技术

燃料电池通过化学反应将氢转化成电能，这种化学反应的唯一副产品是热量和水蒸气。电能供应给电机来驱动汽车。该项技术依靠氢和氧的化学反应释放能量，相对于内燃机驱动，燃料电池驱动的效率更高，污染更低，甚至是没有污染，它排出的仅有纯净的水蒸气。但由于氢燃料电池动力汽车成本高，而且给电池补氢的“补给站”数量很少，目前商业化推广还为时过早。

4.5.4 纯电力驱动技术

顾名思义，使用了该项技术的车型将以纯电力作为其动力源，通过电池向电机提供能量来驱动车轮。由于电机具有良好的牵引特性，因此汽车的传动系统不需要离合器和变速器。车速控制由控制器通过调速系统改变电动机的转速即可实现。在制动或减速时，电机作为发电机来回收能量存入电池。

电动汽车本身不排放污染大气的有害气体，虽然电厂发电过程中会产生一定的污染，但由于电厂大多远离人口密集区，对人类伤害较少，而且电厂是集中排放，清除各种有害排放物相对容易。由于电力可以从多种一次能源获得，如煤、核能、风力、水力等，可以减缓对石油资源的依赖。电动汽车还可以充分利用晚间用电低谷时富余的电力充电，使发电设备日夜都能充分利用，大大提高其经济效益。

电动汽车目前也存在一些问题和障碍，主要有汽车价格高、一次充电续驶里程短、充电时间长、充电设施不完善、动力电池的安全性等问题。因此需要不断提高电动汽车的技术性能、降低单车成本、进一步完善基础设施等，从而推动电动汽车的快速发展。

5 技术政策制定的基本原则、方法和技术路线

5.1 基本原则

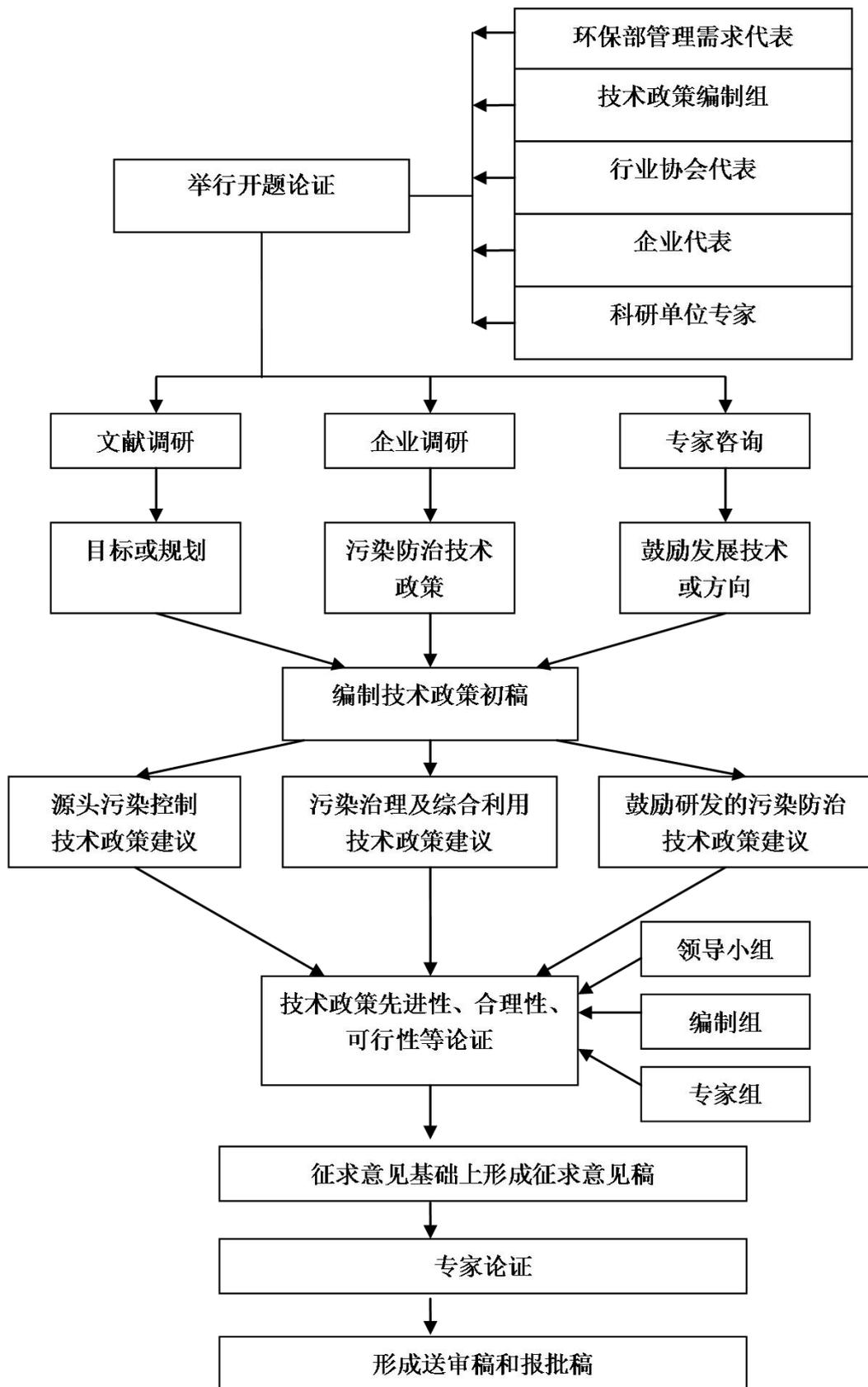
本技术政策制定的基本原则是在原有机动车、柴油车和摩托车技术政策基础上，结合我国目前机动车污染防治工作要点和现状，以及机动车 NO_x 总量减排、区域联防联控等工作要求，对未来机动车污染防治技术路线和要求提出政策指导，力争与国际机动车排放控制水平尽快接轨，保证科学性、前瞻性、适用性。

机动车排放污染防治是一项系统工程，必须从新车、在用车、油品、交通需求管理等方面综合采取法律、行政、经济、技术等措施进行防治。建立政府主导、部门协作、社会参与的工作机制；以空气质量改善为核心，构建基于质量改善的机动车环境管理体系，形成区域联防联控机制，共同实现机动车排放污染防治目标。

5.2 编制方法

编制组通过文献调研、现场调研、专家研讨等方式，对机动车污染防治技术的国内外发展现状和趋势进行了总结分析，对技术政策修订的范围和重点进行了探讨。本次修订除加强机动车尾气排放污染防治以外，还增加了对机动车噪声、挥发性有机污染物（VOCs）、持久性有机污染物（POPs）、固体废物等排放污染的防治指导。为了加强机动车全生命周期内的污染防治，此次修订还增加了对车辆生产、报废和回收再利用方面的指导。除常规污染物外，还对非常规污染物、温室气体等提出了要求，对机动车排放控制技术未来的发展方向提出了建议。

5.3 技术路线



6 技术政策条文说明

依据《污染防治技术政策编制导则》（试行），本技术政策主要内容总则、源头控制、污染防治及综合利用、鼓励研发的污染防治技术等四部分内容组成。涵盖了机动车设计、生产、使用、回收等不同阶段的排放污染防治技术政策，对机动车排放污染防治技术的发展提出了指导性的建议。

6.1 总则

本部分主要介绍了技术政策制定的法律依据及适用范围，控制策略及发展方向。技术政策以《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规为依据对机动车排放污染防治提出指导性的建议，供各有关单位在工作中参照使用。技术政策内容包括机动车设计、生产、使用、回收等全生命周期内的尾气、噪声、挥发性有机污染物、持久性有机污染物、固体废物等污染的防治技术以及对相关油品质量、排放控制装置、排放测试设备的技术要求等。所指机动车范围包括我国境内所有新生产及进口的常规能源及新能源汽车、摩托车、及车用发动机产品，以及在我国登记注册的所有在用汽车、摩托车。

机动车排放的一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)及颗粒物(PM)等污染物已成为我国空气污染的主要来源，是造成雾霾、灰霾以及光化学污染的重要原因，对人体健康造成很大影响。车用替代燃料在降低常规污染物方面有很大的优势，但是车用替代燃料燃烧过程还会带来醛酮类化合物、可挥发性有机物质(VOCs)以及多环芳烃(PAHs)等非常规污染物排放，因此要加强替代燃料的

非常规污染物排放。机动车内的装饰材料、配件及粘合胶、涂料等会散发出甲醛、苯、甲苯等有害物质，对人体健康造成危害，因此必须加强对车内空气污染的控制。

由于机动车保有量及使用情况不同，机动车排放污染防治应当按照分类指导的原则，对于京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市和省会城市可以提前实施更严格的排放标准。随着机动车排放标准的不断加严及汽车增长速度的放缓，新增机动车的减排潜力将逐渐减小，因此机动车污染防治的重点将从不断提高新车排放技术水平向不断降低在用车排放转变。通过建立政府主导、部门协作、社会参与的工作机制，加强“车、油、路”统筹，采取法律、行政、经济、技术等综合措施对机动车排放污染进行防治，缓解机动车污染排放对大气环境的影响。

汽车、摩托车和车用发动机产品均应向低排放、低污染的方向发展，轻型车和重型车第六阶段排放标准预计 2020 年在全国实施，机动车排放污染防治技术水平将达到国际先进水平，随着排放标准的进一步加严，2025 年将达到国际领先水平。

6.2 源头控制

源头控制主要包括两大部分，一是新生产及进口汽车、摩托车及其发动机，二是车用燃料、燃料清净剂、车用机油及氮氧化物还原剂。

6.2.1 新生产及进口汽车、摩托车及其发动机

机动车除了在使用中产生大量的尾气排放外，机动车的生产、回收等环节也会产生大量的污染，因此鼓励机动车生产企业开展汽

车产品生态设计，统筹考虑生产、使用、回收等全生命周期内的污染排放，实现绿色制造。

我国机动车排放标准中要求所有在中国境内生产、销售、注册和使用的汽车、摩托车新定型产品，其排放水平必须稳定达到国家排放标准的要求，否则不得生产、销售、注册和使用，从源头上对机动车污染排放进行了控制。鼓励汽车、摩托车及其发动机生产及进口企业，采用先进的排放控制技术，提前达到国家制订的排放控制目标和排放标准。由于区域发展不均衡，机动车排放污染防治应按照分类指导原则，对于京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市和省会城市可以提前实施更严格的排放标准。对于特定使用条件下的车辆如公交车，应在排放标准的基础上，增加附加工况测试要求，例如城市工况，以有效控制污染物排放。随着汽车保有量的增加，汽车运行中产生的噪声污染对人们的健康生活带来越来越大的影响，应进一步加严机动车车外加速噪声排放标准，并制定车内噪声标准，为乘客营造健康舒适的环境。低速汽车排放控制水平低，对环境影响大，但是大部分在农村和城乡结合部使用，监管困难。应逐步加严低速汽车的排放控制要求，并最终与轻型汽车排放标准并轨。

为了保证机动车产品排放控制的一致性和耐久性，排放标准中对汽车、摩托车及其发动机提出了生产一致性和在用符合性的要求。生产及进口企业应在其质量保证体系中，根据国家排放标准对生产一致性和在用符合性的要求，建立其产品排放性能及其耐久性的控制内容，使其产品在国家规定的使用期限内排放性能稳定达到国家

标准的要求。有排放性能耐久性要求的车型，在规定的耐久性里程内，制造厂有责任保证其排放性能在正常使用条件下稳定达标。机动车生产及进口企业应确保其产品稳定达标排放，定期向国务院环境保护主管部门报告，并向社会公开。目前我国已经建立了产品质量的召回制度，但是排放相关的召回制度还没有建立。新修订的《大气污染防治法》明确指出，建立机动车和非道路移动机械环境保护召回制度，对于设计、生产缺陷或者不符合规定的环境保护耐久性要求等原因导致的机动车排放超标，应由生产及进口企业负责召回。

在用车的检查维护制度是保证机动车稳定达标的重要手段。因此汽车、摩托车及其发动机生产及进口企业，应在其产品使用说明书中，专门列出维护排放水平的内容，详细说明车辆的使用条件和日常保养项目、有关零部件更换周期、维修保养操作规程、以及生产企业认可的零部件厂牌等，为在用车的检查维护提供技术支持。加强对排放控制关键零部件的管理，建立产品信息公开制度。

为有效应对气候变化，降低交通领域温室气体排放，应建立涵盖二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)等在内的机动车温室气体管理体系，加强机动车大气污染物与温室气体排放协同控制。鼓励机动车温室气体减排技术研发，有效降低能源消耗。新能源汽车使用阶段为零排放，但由于我国电网清洁化程度较低，以火电为主，因此应加快能源清洁化、低碳化，控制新能源汽车全生命周期内温室气体排放。

使用燃用天然气(NG)、液化石油气(LPG)等替代燃料的汽车可以大大降低尾气排放，尤其是颗粒物排放。鼓励汽车生产企业研

究开发专门燃用天然气（NG）、液化石油气（LPG）等替代燃料的汽车，提供给部分有条件使用这类燃料的地区和运行线路相对固定的车型使用。车用替代燃料在降低常规污染物方面有很大的优势，但是会带来醛酮类化合物、可挥发性有机物质（VOCs）以及多环芳烃（PAHs）等非常规污染物排放，因此要加强替代燃料的非常规污染物排放，对替代燃料车的非常规污染物排放提出控制要求。车载油气回收技术（ORVR）可以有效控制汽车在加油和昼夜停车等过程中产生的蒸发排放，并且技术成熟、回收效率高，与加油站油气回收相结合，将大大降低燃油的蒸发排放。应加快推进车载油气回收（ORVR）技术应用，加强汽油车和摩托车产品燃油蒸发排放的控制。

随着标准的不断加严，机动车机内净化技术已经不能满足要求，必须研发机外净化技术来满足法规的要求，如NO_x的催化转化技术、摩托车催化转化技术、以及再生能力良好的DPF技术及SCR技术等。在车辆更新时，建议优先选用装有排放后处理装置的车辆。

为了应对能源环境的压力，节能与新能源汽车成为汽车行业未来发展的方向。以混合动力、纯电动等为代表的节能与新能源汽车技术，可以有效降低机动车污染物排放，应当鼓励发展。混合动力汽车是由电动机作为发动机的辅助动力驱动行驶的汽车。汽车启动时可以由电动机提供动力，同时还可以回收刹车时的能量，从而使汽车燃油经济性提高，排放降低，尤其是启动和怠速时的排放。在提高汽车动力性能的同时，还实现了低油耗、低排放的环保性能。纯电动、燃料电池汽车等新能源汽车实现了终端的零排放，是未来汽车的发展方向。尽管目前我国电力系统清洁程度还比较低，随着

核能、风能、水能、太阳能等清洁能源的不断发展，新能源汽车将对降低机动车污染物排放发挥越来越大的作用。在城市核心区域用频率高的车辆如公交、出租、环卫、邮政等优先选用节能与新能源汽车，从而有效降低核心区域的污染物排放。

6.2.2 车用燃料、燃料清净剂、车用机油及氮氧化物还原剂

油品质量对机动车排放污染控制有很大的影响，随着我国排放法规日趋严格，提高油品质量，推广使用清洁燃料，显得尤为紧迫。目前我国车用燃料已达到国IV标准，硫含量水平 50ppm，2017 年达到国V标准，硫含量水平 10ppm。我国普通柴油硫含量较高为 350ppm，是车用柴油的 7 倍，未来要加强普通柴油质量升级，实现与车用柴油硫含量水平同步。同时要加强油品质量监管，加大处罚力度，加强行业自律。所有生产、进口、销售的机动车用燃料，应符合机动车用燃料有害物质控制标准规定。各级环境保护主管部门会同有关部门对销售的机动车用燃料达标情况进行监督抽测。禁止生产、进口、销售影响人体健康、污染环境和对机动车排放产生危害的添加剂。禁止生产、进口、销售和使用含铅汽油。加油站销售的车用燃料必须达到国家车用燃料标准要求，明确标示车用燃料的名称、牌号和等级。

目前，国家缺乏对替代燃料品质的有效控制，因此必须制订车用替代燃料品质标准，保证代用燃料质量达到相应标准的规定要求。同时加强对车用燃料有害物质的控制，对烯烃、芳烃、金属添加剂等与环境有关的油品指标提出控制要求。燃料的蒸气压对车辆的蒸发排放有很大影响，因此应加强对汽油和各种替代燃料的蒸气压的

控制要求，特别是夏季汽油蒸气压。对油料中含氧化物的使用，如甲醇、乙醇、二甲醚、生物柴油等，应根据不同地区的情况制订具体的规范。

在保证燃料本身品质达标的同时，也应保证油料运输、储存、销售等环节的可靠性和安全性，防止由于上述环节的失误造成对环境的污染，如向大气的挥发排放、储油罐泄漏污染地下水等。加强对车用燃料进口和销售环节的管理，加大对加油站的监控力度，确保加油站的油品质量达到国家标准的规定要求。应加强对油气回收处理装置的日常监督管理，保证油气回收设备稳定运行。

为防止电控喷射发动机的喷嘴堵塞和气缸内积碳，在汽油无铅化的基础上，鼓励采用科学配比的燃料清净剂，按照规范的方法在炼油厂或储运站统一添加到车用汽油中，以保证电喷车辆的正常使用。

车用机油中的硫、磷以及硫酸盐灰分等对机动车排放后处理装置中的催化剂性能以及耐久性有很大的影响。因此必须降低车用机油硫、磷、硫酸盐灰分等含量，从而满足后处理产品耐久性的要求。车用机油选用应该根据发动机的构造、零部件使用的材料、发动机运行的工况、使用环境、燃料种类及品质和排气后处理系统的组成等多方面的因素进行考虑。正确地使用车用机油，对保证发动机的正常工作和延长使用寿命，降低排放具有重要的作用。

为推动 SCR 技术的推广应用，应尽快在全国范围内建立柴油发动机氮氧化物还原剂供应体系，同时加强柴油发动机氮氧化物还原剂质量监管，确保柴油车 SCR 正常运行。

6.3 污染防治及综合利用

污染防治及综合利用主要包括三大部分，一是大气污染防治，二是噪声污染防治，三是固体废物处理处置。

6.3.1 大气污染防治

加强车辆维修、保养，使其保持良好的技术状态，是控制在用车污染排放的基本原则。为加强在用车排放污染管理，国家对在用车实行年检制度，对于排放不达标的车辆强制进行维修保养，保证发动机处于正常技术状态。目前，各地的年检使用的方法、设备不同，检测设备的软件也没有统一的规范，不利于国家对在用车排放的管理，因此应对在用车检测设备、控制软件提出统一规范要求，建立排放测试设备信息公开制度。加强机动车环保检验信息联网，加快国家、省、市三级机动车排污监控平台联网建设。

车载诊断（OBD）系统是监控机动车排放状态的重要装置，因此应对在用车 OBD 系统检查提出规范性要求。鼓励营运车辆采用 OBD 远程监控技术，对车辆上与排放相关的部件运行状况进行实时监控，确保实际运行中的汽车稳定达到设计的排放削减效果，并为在用车的检查维护提供支持。在用车定期检验除按在用车排放标准进行检测，还应增加对排放控制装置的检查 and 环保关键零部件的检查。对在用汽油车（曲轴箱作为进气系统的发动机除外），进行曲轴箱通风装置和燃油蒸发控制装置的功能检查，确保其处于正常工作状态，对在用柴油车应增加 NO_x 检查。为了辅助对在用车进行检测，应制定在用车遥感检测标准，鼓励采用遥感手段进行道路车辆抽检，及时有效的发现高排放车辆，并积极探索利

用遥感技术对低排放车豁免定期检验的可行性。

机动车检测和维护制度对降低机动车实际排放具有重要意义。目前机动车维修单位技术水平参差不齐，国家逐步建立维修单位的认可制度和质量保证体系，使其配备必要的排放检测和诊断仪器，确保维修后的机动车在规定的保质期内稳定达标。加强机动车检测和维护信息共享，实现闭环管理。对排放不达标的汽油车，应重点检查其三元催化器、氧传感器、进气空气流量计等零部件的工作状态，及时进行更换或者维修。对排放不达标的柴油车，应重点对其燃油供给系统和进气系统的检查，对使用后处理装置或废气再循环的柴油机，应重点检查这些零部件的工作状态，及时进行更换或者维修。

鼓励采用壁流式 DPF 技术对在用柴油车进行改造。柴油车 PM 排放治理产品主要分为三类：氧化型催化转化器，颗粒物降低率为 25% 左右；部分流式颗粒物过滤器，颗粒物降低率为 50% 左右；壁流式颗粒物过滤器，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。针对要改造的车型，必须进行系统的匹配研究和一定规模的改造示范，并经整车工况法检测确可达到明显的有效性或更严格的排放标准，经国家环境保护行政主管部门会同有关部门进行技术认证后，方可由该车型的原生产厂或其指定的代表，进行一定规模的推广改造。在用车改造为燃用天然气或液化石油气的双燃料车，是一种过渡技术，最终应向单燃料并匹配专用催化净化技术的燃气新车方向发展。在有气源供应和

配套设施保障的地区，可对固定路线的车种（公交车和重型车）进行一定规模的改造，但必须在整车上进行细致的匹配工作后，方可按相关规定进行推广。

加强城市交通管理，对降低在用车排放具有重要意义。优化城市功能和布局规划，有效降低交通需求，减少车辆使用。通过行政、经济、技术等手段，合理控制机动车保有量，降低机动车使用强度。优先鼓励发展环保、节能、大容量公共交通体系，替代个人车辆出行，提高出行效率。加快黄标车和老旧车辆淘汰更新，为新车增长提供更多环境容量。

6.3.2 噪声污染防治

随着机动车保有量的不断增长，机动车行驶过程中产生的噪声污染已成为城市环境中最主要的噪声源。目前我国已对新生产机动车实施了噪声排放标准，对于在用机动车尚未进行限制。为加强在用车噪声排放控制，在机动车环保定期检验中应增加定置噪声检验内容，对不达标车辆应及时维修或更换消声装置，从而有效降低汽车实际行驶噪声水平。

6.3.3 固体废物处理处置

汽车在报废和回收再利用过程中会产生大量的有毒有害物质。为推动汽车产业的可持续发展，我国在机动车节能减排方面做了大量的工作，制定并实施了一系列的政策法规，但在汽车报废和回收利用过程有毒有害物质控制方面水平还比较低，还没有建立起汽车回收利用方面的标准体系，因此为提高报废车辆回收利用效率，控制报废车辆有毒有害物质的排放，应制定汽车回收、再制造过程的

环境保护标准；同时制定相关标志、标识标准，明确标识再制造、再利用的零部件，从而有利于车辆的回收再利用。《汽车产品回收利用技术政策》提出 2017 年起，所有国产及进口车辆的可回收利用率要达到 95%左右，其中材料的再利用率不低于 85%，与国际先进水平同步。

2013 年 5 月 1 日实施的《机动车强制报废标准规定》指出，经修理和调整或者采用控制技术后，向大气排放污染物或者噪声仍不符合国家排放标准要求的在用车应予以强制报废。为加强汽车报废回收管理，应建立汽车报废回收利用机制，同时鼓励企业积极参与汽车报废回收，促进汽车产品的循环再利用，降低汽车生命周期内的污染排放。为了提高汽油车三元催化转化器的催化转化效率，催化剂中使用了铂、铑、钯等贵金属，加强汽油车三元催化器中贵金属的循环再利用，有利于降低汽车生产成本，提高贵金属的使用效率。新能源汽车的动力电池中含有的主要有害物质包括大量的金属物质以及酸、碱等电解质溶液。其中金属物质主要有铅、镉、锌、铜、汞、锰、镍、锂等。电池的生产与回收过程中如果处理不当，就会使这些金属及有害物质进入土壤、水体及大气，造成严重的环境污染。目前国家还没有制定相关的标准法规，也没有建立起完善的回收处理体系。因此，随着新能源汽车的快速发展，应当加强对新能源汽车动力电池的回收利用管理。

6.4 鼓励研发和推广应用的污染防治技术

鼓励研发的污染防治技术主要包括两大部分，一是排放控制装置，二是排放测试设备。

6.4.1 排放控制装置

机动车排放控制装置对提高机动车燃料效率，降低污染物排放有着重要的作用，因此应加快车用排放控制装置如电子控制燃料喷射装置、选择性催化还原（SCR）装置及其关键零部件、DPF 及其再生控制技术、NO_x 传感器、氧传感器等的研究开发和国产化。同时排放污染控制装置应与整车进行技术匹配，从而更大的发挥排放控制装置的作用。

为适应节能环保的要求，汽车、发动机要朝着低能耗、低排放的方向发展。《国务院办公厅关于加强内燃机工业节能减排的意见》中指出，汽油机应重点推广应用增压直喷技术，掌握燃烧和电子控制等核心技术，开发直喷燃油系统、增压器等关键零部件。柴油机应重点推动提高整机热效率，推广应用电控高压燃油喷射系统、高效增压中冷系统、排气后处理系统以及电子控制技术。对于汽油车，缸内直接喷射（GDI）、涡轮增压、稀薄燃烧、可变进气（VVT，VVL）、双喷系统、低压冷却 EGR、汽油车颗粒物过滤器（GPF）技术，以及稀薄燃烧条件下的 NO_x 排放控制技术等可以有效提高发动机的燃烧效率，降低污染物排放，同时技术相对成熟，在今后的发展中将得到广泛的应用。

为使柴油机既具有良好动力性和经济性又满足排放法规要求，鼓励生产企业对柴油机的供油系统、增压系统、进排气系统、燃烧系统及废气后处理系统等不断进行技术改进，如增压中冷、高压共轨、废气再循环（EGR）等技术。随着排放标准的进一步加严，仅仅依靠机内净化已经不能满足要求，必须采用各种有效的排放后处理

控制技术，如 DPF 及其再生控制技术，SCR 及其控制技术等，从而达到法规的要求。由于燃烧机理不同，相对于汽油车，柴油车的 PM 排放对环境的影响更加严重，因此加大柴油车的 PM 排放控制显得尤为重要。随着排放法规的不断加严，PM 的控制范围也从 PM_{10} （可吸入颗粒物）向 $PM_{2.5}$ （细颗粒物）方向发展，控制方式也从颗粒物质量控制转向颗粒物质量与数量同时控制。

我国已经连续 20 多年成为世界摩托车生产大国，年产量占到了世界的一半以上。相对于汽车，摩托车的排放控制水平还比较落后，虽然单车排放总量不大，但是保有量众多，排放总量也不可忽视。目前，我国摩托车燃料供给系统以化油器为主，排放控制水平比较低。电控燃油喷射系统可以较精确地控制空燃比，使发动机的排放特性、燃油经济性和动力性达到最佳。同时，由于空燃比的精确控制，为催化转化器高效工作创造了条件。但是由于技术和成本问题，电控燃油喷射系统还没有广泛应用。随着排放标准的进一步加严，摩托车排放控制应逐渐淘汰使用化油器等落后技术，推广使用电控燃油喷射加三元催化器技术，从而提高摩托车燃烧效率，降低污染物排放水平。

6.4.2 排放测试设备

加快新车排放检测设备的研发和国产化，为生产一致性保障和新产品研发提供服务。目前，我国机动车排放污染物分析仪器、测试设备大部分是进口产品，因此应鼓励检测仪器和测试设备的开发和国产化。

目前，除个别城市实行简易工况法对在用车进行年检外，很多

城市还在使用怠速法、自由加速法等非载荷式方法进行检测。相对于怠速法、自由加速法等检测方法，简易工况法采用加载的方式对在用车进行排放测试可以有效甄别高排放车辆，同时与新车测试又有较高的相关性，但测试设备和成本大大降低，有利于机动车排放的管理，因此应鼓励简易工况法检测设备研发和推广应用。机动车激光遥感监测技术是利用激光遥感设备发出的红外光和紫外光照射机动车尾气，对尾气中不同物质的吸收光谱进行分析，从而监测出各项污染物的浓度。可以不影响车辆正常行驶的情况下，对机动车的动态排放进行实时监测，具有检测速度快、效率高、监测范围广、节省人力的特点，已被一些发达国家和地区所采用。因此，应鼓励遥感检测等设备的研发和推广应用，利用多种手段加强对在用车排放的检测与控制。便携式排放测试设备（PEMS）可以检测到车辆在实际道路行驶过程中的污染物排放情况，对机动车排放污染控制研究有重要意义，因此应当加强 PEMS 设备的研发和推广应用。