

为发展和转型中的国家打开通往更清洁车辆的大门：

低硫燃料的角色



清洁燃料和车辆全球伙伴关系硫磺工作组的报告

清洁燃料和车辆全球伙伴关系信息交换所
联合国环境规划署
邮箱号 30552 - 肯尼亚，内罗毕
电话：+254-20-7624184，传真：+254-20-7624324
电子邮件：pcf@unep.org



声明 - 这篇报道所表达的观点并不一定为所有的清洁燃料和车辆全球伙伴关系的成员所支持。

2007年2月，由联合国环境规划署以清洁燃料和车辆全球伙伴关系的名义在肯尼亚的内罗毕印刷

联合国环境保护署在全球以及在它自己的活动范围内，提倡对环境没有危害的实践。这篇出版文章是被印在从可持续性的森林来的纸张上的，包括回收来的纤维。这些纸张是不含氯的，而且油墨是以蔬菜为主的。我们的分配政策是以减少联合国环境署的碳足迹为目标的。



为发展和转型中的国家打开通往更清洁车辆的大门：

低硫燃料的角色

清洁燃料和车辆全球伙伴关系硫磺工作组的报告

清洁燃料和车辆全球伙伴关系（PCFV）的任务是：

- 帮助发展中国家开发行动计划来完成全球性的废除含铅汽油，分阶段减少柴油和汽油中的硫含量，并同时采用更清洁车辆的要求；
- 提供一个平台让发达国家和发展中国家交换经验和成功的实践例子，并提供技术帮助，以此来支持发展和采用更清洁燃料的标准及更清洁车辆的要求；
- 开发对外联系公众的材料，教育项目及知识竞赛；采用经济和计划性的工具，根据地方情况对清洁燃料和车辆做出分析；首先把焦点放在冒牌燃料上，支持发展强制和遵守项目；以及
- 在一个国家和多个国家的政府、行业、非政府组织及其他有兴趣的团体之间建立关键性的伙伴关系，以促进实行对更清洁燃料和车辆的义务。

请浏览清洁燃料和车辆全球伙伴关系的网站，以获取更多的信息：www.unep.org/pcf，或者请和清洁燃料和车辆全球伙伴关系的信息交换所联系：

清洁燃料和车辆全球伙伴关系信息交换所
联合国环境规划署
邮箱箱号 30552 - 肯尼亚，内罗毕
电话：+254-20-7624184
传真：+254-20-7624324
电子邮件：pcf@unep.org
www.unep.org/PCFV



目录

1.	介绍	5
1.1	关于这篇文章	5
1.2	清洁燃料和车辆全球伙伴关系（PCFV）	5
1.3	清洁燃料和车辆全球伙伴关系硫磺工作组	5
2.	燃料中的硫和空气质量是如何产生关系的	6
2.1	发展中国家的城市空气质量问题	6
2.2	减少车辆尾气	7
2.3	减少与硫有关的尾气	7
2.4	车辆尾气 - 健康、幸福，及环境因素	8
3.	全球快照	10
3.1	全球硫水平	10
4.	燃料中的硫：减少汽车尾气的关键	12
4.1	燃料中的硫是如何影响汽车尾气的：系统方法	12
4.2	硫对柴油引擎和尾气控制技术的影响	13
4.2.1	新型柴油车辆	13
4.2.2	从现行的柴油车辆中减少尾气	16
4.3	汽油车辆和硫	17
4.4	支持清洁燃料和车辆全球伙伴关系来减少燃料中的硫	18
5.	减少燃料中的硫	20
5.1	硫：是从哪儿来的？	20
5.2	精炼厂：他们是怎么工作的？	20
5.3	减少燃料中硫的选择	21
5.3.1	没有精炼厂的国家	21
5.3.2	有精炼厂的国家	21
5.4	降低燃料中的硫 - 额外的思考	22
6.	额外的思考	23
6.1	大都市与乡下的比较	23
6.2	国家中跨越全国的运输通道	23
6.3	车辆和引擎问题	24
6.3.1	车辆维修	24
6.3.2	引擎寿命	24
6.3.3	引擎润滑油中的硫	25
6.4	强制与遵守	25
6.5	冒牌	26

图表

表1 - 被选的发展中国家对汽油和柴油中的硫含量的限制	11
表2 - 降低车辆尾气的可选择的策略	19
表3 - 被选的原油的特点	20
表4 - 受柴油低硫含量影响的汽车元件	24

图形

图1A - 世界机动车人口(1930-2000)	6
图2 - 2006年12月柴油燃料中硫含量的百万分比	10
图3 - 增加柴油中的硫含量缩短引擎寿命	25

附录

附录1 - 主要车源性污染物的概况	27
附录2 - 发展中国家地区各国的硫水平（截至2006年12月）	28



1. 介绍

1.1 关于这篇文章

这篇文章为发展中国家的政策制定者提供了信息，帮助他们理解硫存在于运输燃料中所产生的影响，以及他们在降低硫含量，减少车辆尾气上存在的选择。这篇文章还对应考虑的因素，利益，及在制定政策和采取行动来减少运输燃料中的硫含量时所存在的选择，提供了一个基本的，非技术性的概况。

1.2 清洁燃料和车辆全球伙伴关系（PCFV）

清洁燃料和车辆全球伙伴关系（PCFV）是2002年9月在约翰内斯堡召开的可持续发展世界峰会上，由一组来自于政府、私人企业、非政府组织和国际组织的全力投入的伙伴们建立起来的。这个全球伙伴关系帮助发展和转型中的国家通过倡导清洁燃料和车辆，来减少城市空气污染。他们首先把焦点放在废除汽油中的铅、分阶段减少柴油和汽油燃料中的硫，及同步采用更清洁的车辆和车辆技术。当一些发展中国家在废除汽油中铅含量方面有了很大的进步时，这个伙伴关系现在正把注意力转向减少运输燃料中的硫含量。2005年12月14-15日在肯尼亚内罗毕的联合国环境规划署总部，清洁燃料和车辆全球伙伴关系召开了第四次全球会议。在会上清洁燃料和车辆全球伙伴关系的成员同意把目标定为在世界范围内，把车辆的硫含量降低到50 ppm或者更低，并同步引入清洁车辆和清洁车辆技术，设立区域性和国家性的规划表和时间表。

为获取更多有关清洁燃料和车辆全球伙伴关系的信息，请联系：

清洁燃料和车辆全球伙伴关系信息交换所

联合国环境规划署

邮件箱号 30552

00100

肯尼亚，内罗毕

电话：+254-20-7624184

传真：+254-20-7624324

电子邮件：pcfv@unep.org

<http://www.unep.org/PCFV>

1.3 清洁燃料和车辆全球伙伴关系硫磺工作组

2002年11月在纽约举办了全球伙伴关系的第一次会议。在会上，成员都同意有必要向发展中国家提出劝告，告诉他们减少燃料中硫含量的益处以及与此相关的问题。为了这个目的，成立了一个工作小组，来制定一项文件，提供有关这个题材的信息。清洁燃料和车辆全球伙伴关系中来自政府、行业、非政府组织和国际组织的成员们都参与了这个工作组。这篇报告就是这个工作组的成果。它描述了分阶段降低燃料中硫含量的总体利益，相应的费用和对车辆的影响，并概括了发展中国家为达到此目的所存在的不同选择。作为参考，报告还为这个论题提供了更多更深层次的信息。

2. 燃料中的硫和空气质量是如何产生关系的

这个部分讲述了运输企业对城市空气质量的影响，以及减少燃料中的硫和引入更清洁的车辆给发展和经济转型中的国家带来的利益。¹

2.1 发展中国家的城市空气质量问题

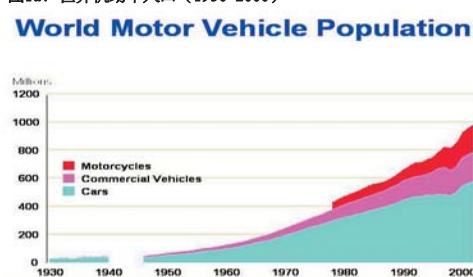
发展中国家最大的空气质量问题是城市地区的空气污染。世界卫生组织估计每年大约有八十万过早死于城市空气污染。²这些夭折大多数发生在发展中国家。除了对心血管和肺的影响以外（详细情况请看以下的2.4部分），空气污染还对怀孕结果和婴儿健康产生了严重的影响。³

车辆尾气是造成劣质城市空气质量的因素之一。⁴主要的车辆尾气包括一氧化碳、未燃烧的碳氢化合物或挥发性有机化合物、氮氧化物、和微粒（请看以下的2.4部分和附录1，以对这些污染物和它们的影响有一个概括的了解）。这些尾气大多取决于使用的燃料和车辆的设计。预计到2050年，全球交通将迅速增长，这将造成从现在到2050年，世界范围内对燃料的需求倍增。⁵

估计，世界范围内机动车对城市空气污染造成的影响，根据污染和地区的不同，在百分之二十五到七十五之间浮动。⁶在许多发展中国家，常规汽车尾气在今后几十年中，预计还将持续增长。当今劣质燃料和车辆多存在于发展中国家，如果不采取行动，目前紧急的城市空气污染问题将变得更坏。

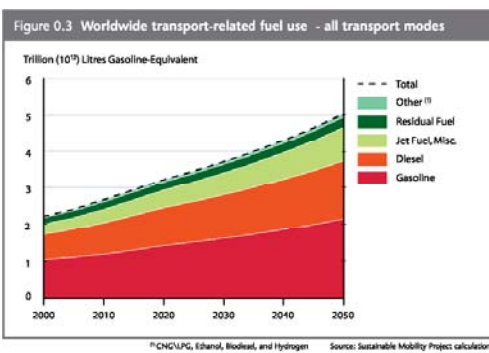
在发展中国家，汽车尾气在过去的几十年里已经有所下降，这主要归功于更清洁燃料的投入使用，及同时引入改进后的引擎技术和后处理装置。对汽油车辆来说，在发达国家引入无铅汽油为后处理系统创造了条件，特别是催化转换器。引入有额外的尾气控制系统的汽油车辆会进一步减少尾气。对柴油车辆来说，在降低柴油中的硫含量，并同时引入更清洁柴油引擎和后处理装置方面，取得了重大的进展。包括先进的后处理装置在内的进一步改进，如微粒

图1a: 世界机动车人口 (1930-2000)



source: MP Walsh

图1b: 对世界范围内与运输有关的燃料使用的增长预测



©CNG/LPG, Ethanol, Biodiesel, and Hydrogen Source: Sustainable Mobility Project calculations.

- 1 在这个报告的剩余部分，我们将使用“发展中国家”这个称呼来包括经济转型中的国家。
- 2 世界卫生组织（2002）减少危险，提倡健康生活
- 3 世界卫生组织（2005）空气污染对儿童健康的影响；以及世界卫生组织（2005）世界卫生组织对微粒、臭氧、二氧化氮和二氧化硫的空气质量指导原则的全球更新，<http://www.who.int/phe/air/aqg2006execsum.pdf>
- 4 包括工业活动、森林火灾产生的烟雾、煮食产生的烟火，以及废弃物燃烧在内的其他因素。
- 5 世界可持续发展工商理事会（WBCSD）（2004年8月）移动2030：迎接可持续性的挑战（www.wbcd.org）
- 6 例如，一个在印度加尔各答的研究发现21%-26%的可吸入微粒来自移动车辆，而一个在尼泊尔的研究估计为50%，另一个在墨西哥城的研究估计61%的微粒10 尾气来自于机动车辆

扑捉器、氮氧化物催化控制和选择性催化还原系统，已投入使用，这些都大大地降低了柴油车辆的尾气。低硫柴油燃料的引入使得后处理技术的使用变得有可能。

研究显示引入更清洁车辆和更清洁燃料的发展中国家将会跟随发达国家之后逆转车辆尾气增加的趋势。⁷ 在这种情况下，一些发展中国家的尾气可能快速减少（例如铅），另一些发展中国家，考虑到车辆和车辆使用的增长，在十年，二十年内将会开始下降。

2.2 减少车辆尾气

减少机动车尾气是降低空气污染总战略的一个重要组成部分，尤其是在发展中国家的城市。一个减少汽车尾气的基本方法就是去除汽车燃料中的铅及通过更严格的尾气标准来要求使用低排放引擎和能除铅的汽车技术（如催化转换器）。十年的全球共同努力，使得目前世界上超过90% 的汽油是无铅的。⁸

另一个减少尾气的重要方法，也是这篇文章的重点，就是降低汽车燃料中的硫含量。这将立即引起现行车辆尾气的减少，而且这也是一个关键的步骤来促进使用改进后的催化剂、过滤器及其他能去除目前大多数以汽油和柴油为燃料车辆的污染的技术。

各国的政策制定者在考虑是否采用这些方法时，应该权衡一些因素，包括汽车尾气引起城市空气污染的重要性，以及更清洁燃料和车辆与其他可行的策略在费用和利益上的比较。⁹

2.3 减少与硫有关的尾气

在过去30年中，发达国家的空气污染控制项目显示了更清洁燃料和车辆是通向更清洁空气的有效途径。更清洁燃料和车辆项目给发展中国家带来的好处包括，通过提高燃料质量及推广使用更清洁车辆和技术，来降低现行车辆群排放的尾气，这也额外地减少了与交通有关的污染。

改善后的燃料质量对降低尾气做出了贡献。在降低硫含量方面，这对降低尾气中的微粒特别有效（微粒 - 见下一段对微粒及其影响的描述）。

在许多发展中国家，当普遍存在于柴油中的高含量硫被降低时，也大量地减少了尾气（许多发展中国家柴油燃料中的硫达到5000ppm - 见附录2）。把硫降到非常低的水平（50ppm或更低），不仅进一步减少了微粒尾气，而且使人们能够引入尾气控制技术来更多地降低排放。¹⁰

汽车制造商正继续改善对引擎的设计来提高燃料效率及减少尾气，例如，他们正引入有高压注入系统的柴油引擎，来提高效率，减少污染。然而，目前这些柴油引擎技术在高硫柴油燃料中运用效果不好。

7 见注解5中提到的世界可持续发展工商理事会（WBCSD）研究的例子

8 清洁燃料和车辆全球伙伴关系推行了一个到2008年底在世界范围内逐步消除含铅汽油的活动。为获取更多的有关除铅及世界范围内除铅的最新进展情况，请看清洁燃料和车辆全球伙伴关系的网站（www.unep.org/PCFV）

9 K. Gwilliams, M. Kojima, 和 T. Johnson (2004) , 从城市交通来减少空气污染, 世界银行出版, 华盛顿特区

10 超细微粒 - PM2.5 - 当柴油硫含量从500ppm降到50ppm, 尾气平均减少了33.4%。请看：
www.bp.com/products/fuels/bp_ecoultra/ulsd_faq.pdf

硫含量在500ppm及以下为尾气控制技术分类打开了大门（在第四章中做了回顾）。对于柴油车辆来说，硫含量在500ppm或以下的燃料使人们能够引入装配有柴油氧化催化剂的新型车辆。燃料中这种水平的硫含量也使得用尾气控制技术改进某些旧款的柴油车成为可能。这项策略正越来越多地被世界上许多最大的和污染很严重的城市所采用。使用非常低硫含量（低于50ppm）的燃料，在引入柴油微粒过滤器之后甚至会取得更大程度的降低尾气的效果。

对汽油车辆来说，把硫含量降到500ppm或更低，提高了催化转换系统的性能，这在发达国家已是标准，而现在这一标准也通过新车销售和二手车的进口推广到了大多数的发展中国家。超低硫含量使人们能够使用大多数先进的尾气控制技术，并让使用节能的稀混合气点火引擎成为可能。

认识到燃料和汽车应该作为一个系统共同工作，把降低硫含量与适当的汽车及尾气控制技术相结合，就能获得最大的利益。¹¹ 这种方法被证明比分别处理燃料、引擎和尾气控制更有效。

2.4 车辆尾气 - 健康、幸福，及环境因素

汽车尾气对人类健康和幸福造成了严重的威胁，特别是在城市地区。由于空气污染的混合物存在于人们行走、工作和休闲的地面水平，使人们暴露于其中，这就引起了特别的关注。空气污染引起疾病和过早死亡，避免这些对人类健康的影响将获得巨大的社会和经济效益。^{12,13} 从公共卫生的角度来看，主要的担忧是汽车尾气造成的大气层中的六种基本污染物：¹⁴

- **微粒(PM)** 是指空气中发现的固体或液体粒子，一些够大够黑的粒子被看作煤烟或烟雾，但是细小的微粒是极小的，一般肉眼是看不见的。汽车尾气中的微粒主要由这些极小的粒子组成：粗粒 (pm 10)，细粒 (pm 2.5) 和极细粒 (pm 0.1微米或更小)。¹⁵ 微粒是被直接排放出来的，或是由大气层中如氧化硫和氮氧化物等的前体形成的。
- **碳氢化合物(HC)** 是由燃料不完全燃烧和燃料蒸发产生的尾气。碳氢化合物和氮氧化物结合，在热量和太阳光中形成地面层的臭氧。¹⁶
- **氮氧化物(NO_x)** 是在燃烧过程中形成的，例如，当燃料在高温下燃烧时，如在机动车的引擎里。
- **氧化硫(SO_x)** 是在燃烧过程中由燃料中的硫氧化产生的气态尾气，它完全由燃料中的硫含量来决定。
- **臭氧(O₃)** 是在热量和太阳光下，氮氧化物和碳氢化合物产生反应而形成的。它是城市烟雾的主要成分。

¹¹ 引擎润滑油是燃料-车辆系统的一部分。当燃料中的硫含量被降低时，由引擎润滑油燃烧产生的有关的硫就变得更重要了，而这对尾气的影响就应该得到重视。

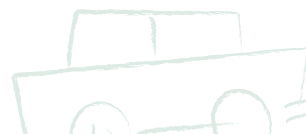
¹² 与其他影响健康的因素比较- 请看Kseniya Lvovsky (2001) 健康与环境，附录D，世界银行

¹³ 在美国，通过更清洁燃料和先进的控制技术来减少车源性尾气的最新行动显示了其益处要比费用多得多：
1999- 汽车和轻型车量的益处与费用之比为5：1
2000- 耐用型柴油卡车的益处与费用之比为17：1
2004- 非路用型柴油器械（建筑用，农用）益处与费用之比为40：1

¹⁴ 请看<http://www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html>

¹⁵ pm2.5是直径小于2.5微米的微粒，或在这句话的最后指小于一点的100分之一。为获得有关微粒污染的更多信息，请看<http://www.epa.gov/air/particlepollution/basic.html>

¹⁶ 周围的微粒，尤其是从柴油车辆来的微粒，与两种形式的粒子有关：柴油微粒是直接由车辆排放出来的，而大气中的氮氧化物和氧化硫（及更少量的碳氢化合物尾气）间接形成微粒。另外，氮氧化物和碳氢化合物在大气中发生了化学反应形成了臭氧。



· **一氧化碳 (CO)** 是不完全 (或部分) 燃烧形成的有毒气体。

为了阐明空气污染对健康的影响,许多国家和世界卫生组织制定了指南,设定了周围空气质量标准来控制关键的污染物。¹⁷ 这些指南被各种来源用于设计空气污染控制项目。

在这些影响健康的不同的污染物中,有四种物质引起了特别的关注- 微粒、臭氧、一氧化碳和氧化硫。周围空气中的微粒可以被深深地吸入肺部,对健康造成影响,引起 包括过早死亡、加剧的呼吸和心血管系统疾病 (可以从医院挂号和急诊就医人数的增加,学校缺席人数,误工天数及限制活动的天数得以显示),加剧的哮喘,及急性呼吸道症状。额外的研究把暴露于空气中的微粒与心脏疾病和心率、心律的改变联系起来。由于柴油废气与增加肺癌危险被联系在了一起,柴油中的微粒引起了特别的关注。¹⁸ 最后,科学家们越来越相信微粒能影响区域和全球的气候。对于微粒的确切影响还在争论之中,但是人们相信硫酸盐微粒有冷却效应,碳微粒对大气变暖有影响。¹⁹

正如上面指出的一样,地面层的臭氧污染 (烟雾的关键成分) 是由碳氧化物和氮氧化物在热量和太阳光下产生反应而形成的。这两种污染物常常被称为臭氧的前体。臭氧可以刺激呼吸系统,降低肺功能,使深呼吸变得困难,引起肺部发炎及损害肺纹理,这些都可能造成永久性的肺组织改变。最近的研究显示了短期性的臭氧改变与死亡率之间在统计学上的重大联系。²⁰ 特别容易受臭氧影响的人包括儿童和积极参与于户外活动的成年人,老年人,及有呼吸道疾病,如哮喘,的人。

一氧化碳是无色、无味的气体,有不完全燃烧的碳类燃料产生。一氧化碳通过肺部进入血液循环,减少氧气到身体器官和组织的运输。对于那些遭受心血管疾病,特别是那些有心绞痛或外周血管病的人,一氧化碳对健康的威胁是最严重的。健康人也受到影响,但是只在较高的一氧化碳水平下。暴露于高一氧化碳水平中,会损害视觉敏锐性、工作能力、手部灵活性、学习能力和执行复杂任务的能力。在高浓度的一氧化碳毒害下,可引起死亡。

氧化硫,尤其当其以硫酸盐微粒存在时,对局部健康和环境有影响,如对呼吸系统健康和哮喘的影响。另外,氧化硫会造成区域环境酸化,破坏建筑物和城市绿化 (例如,树林和灌木丛)。不过,应该指出,汽车氧化硫尾气对非区域性的环境问题 (如酸雨) 所造成的影响与其他来源,特别是与工业相比,是最小的。²¹

从汽车排放出来的空气污染物也与许多所谓的“幸福”因素有关。这些因素包括空气能见度的减弱、由酸沉淀所造成的生态和财产损害、水面滋养污染 (包括藻类急速繁殖和硝化作用),以及臭氧对植物与和农作物的破坏。

17 以下是一些资料来源,帮助对周围空气质量标准和实际标准设定的理解:

- 美国国家周围空气质量标准: www.epa.gov/ttn/naaqs
- 世界卫生组织对微粒、臭氧、二氧化氮和二氧化硫的空气质量指南, 全球更新, 2005: www.who.int/phe/air/aqq2006execsum.pdf
- 英国空气质量标准和分类: www.airquality.co.uk/archive/standards.php

18 美国环境保护署 (2004) 最后的管理分析: 从非但道路柴油引擎中控制尾气, 第2-55页, <http://www.epa.gov/nonroad-diesel/2004fr/420r04007c.pdf>

19 见 T. Band 和 H. Sun (2005) 减少黑碳尾气能阻止全球变暖吗? 环境科学与技术, 2005, 39册, 16期, 以及 M. Jacobson (2002) 控制矿物燃料的黑碳微粒和有机物质可能是减慢全球变暖的最有效的方法, 2002, 地球物理的研究学报, 107册, D19期

20 美国医疗协会学报 (2004年11月17日) 美国城市社区1995年臭氧和短期死亡率, 1987-2000

21 例如, 美国在2003年, 公路车辆和非道路机动装置产生的氧化硫尾气只占全国的5%, 而电力使用产生了69%。请看美国环境保护署 (2003) 全国空气质量和尾气趋势报告: 2003年特别研究专辑, 第二章, 36页, <http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtrnd03/pdfs/cover.pdf>

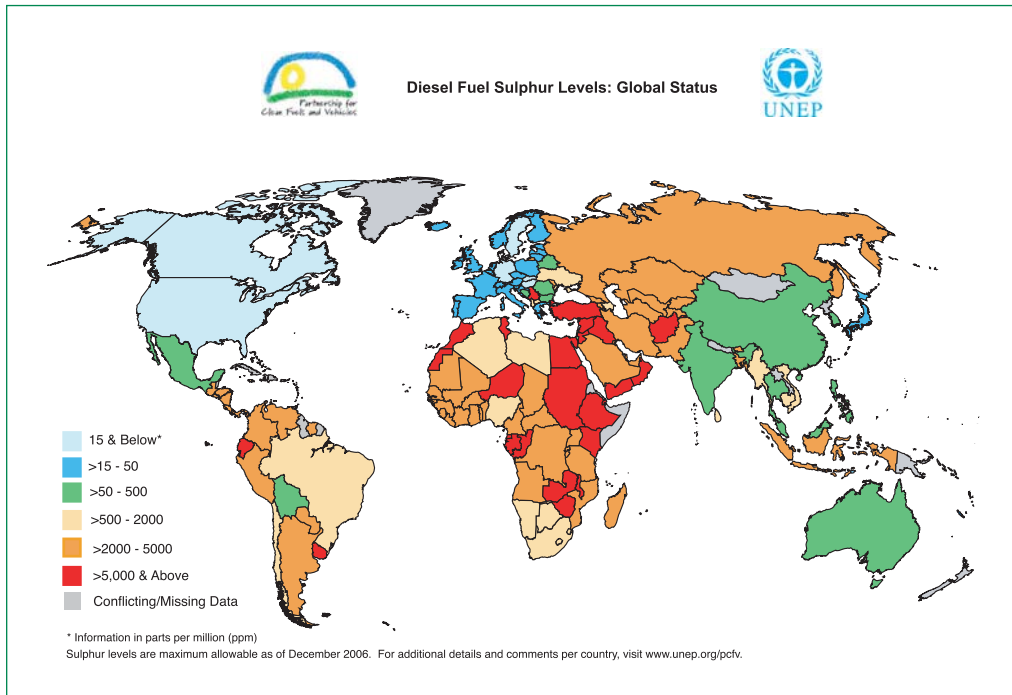
3. 全球快照

这一部分将对全球燃料中的硫含量及在降低这些硫含量方面取得的进展做一个概述。

3.1 全球硫水平

全球燃料中的硫含量在国家和地区之间有很大的差异。根据使用的原油和精炼厂配置的不同，汽油中的硫含量从低于10ppm到1000ppm或更高的范围内，柴油燃料中的硫含量从低于10ppm到高于10000ppm的范围内。欧洲、美国和日本已经采取了措施，把硫含量降到较低的水平（低于10-15ppm）。这些措施常常与要求使用先进的尾气控制技术的尾气标准一起实行，因为这些技术不能与高硫燃料同时使用。²² 一些发展中国家地区已经制定了，或正在制定协调标准，用区域性的方法来降低硫含量，并普遍提高燃料质量。图2 提供了世界范围内柴油硫含量的概况。

图2：2006年12月柴油燃料中硫含量的百万比
(请看附录1 及www.unep.org/PCFV)



22 为协调这些发展，在指出低硫燃料引起的性能问题时，新配方的引擎润滑油大大降低了硫酸盐灰尘，磷和硫的含量，以保护尾气控制技术不受到引擎润滑油中的硫的污染。

世界上许多国家正在降低燃料中可允许的硫的限度，并采用尾气排气管排放标准来减少汽车的污染。然而，全球的状况是混杂不一的，比如说，大多数的非洲国家使用硫含量超过5000ppm的柴油。作为对照，包括中国和印度在内的国家正遵循欧洲的标准，目前已使用500ppm或已经宣布在今后几年中努力达到这个目标的意向。

在2006年12月，清洁燃料和车辆全球伙伴关系更新了约130个发展中和转型中国家有关硫含量和限制的信息（见附录2的各个国家的概况）。²³ 目前，在清洁燃料和车辆全球伙伴关系可提供信息的大约20%的国家里，已有了把柴油中的硫含量限制在500ppm或以下的规定。大多数的这些国家在中欧、东欧和亚太地区。大约10%的国家是低于2000ppm，可是高于500ppm的。在这些国家中，一些正在计划制定降低硫的限度。大约70%的大多数的国家，柴油中硫含量大于2000ppm。实际上，大多数的国家柴油中的硫含量为5000ppm或更高。大约10%的这些国家允许硫含量为10000ppm或更高。

这就意味着在清洁燃料和车辆全球伙伴关系有信息的80%的发展中国家里，没有足够的燃料质量来享受已被发达国家广泛使用的汽车尾气控制技术所带来的利益。

以下的表1 提供了所选的发展中国家的硫含量限度作为例子。

表1：所选的发展中国家汽油和柴油中的硫含量限度（来源：清洁燃料和车辆全球伙伴关系）

国家		柴油 (D) 汽油 (P)	目前的标准	将来的标准
埃及		D & P	5000ppm & 500ppm	
叙利亚		D & P	6500ppm & 1500ppm	
也门		D & P	10000ppm & 1500ppm	
墨西哥	大都市	D & P	300ppm & 300ppm(avg), 500ppm(max)	D-15ppm 美国和墨西哥边境 (2007)，主要城市(2009)国家 剩余的地方(2010)。 P-30ppm (avg)，最高允许 80ppm(从2006年开始)
	非大都市	D & P	500ppm & 1000ppm	15ppm (2009nian 中)
巴西	大都市	D & P	500ppm & 1000ppm	D- 50 ppm (2009) P- 50 ppm (2009)
	非大都市	D & P	2000ppm & 1000ppm	D- 50 ppm (2009) P- 50 ppm (2009)
委内瑞拉		D & P	5000ppm & 600ppm	
南非		D & P	500ppm & 500ppm	50 ppm (2010)
赞比亚		D & P	7500ppm & 1000ppm	
象牙海岸		D & P	5000ppm & 500ppm	

²³ 清洁燃料和车辆全球伙伴关系常规性地更新这个信息，可以在以下网站找到：www.unep.org/PCFV/data

4. 燃料中的硫：减少汽车尾气的关键

这部分提供了一个概况，介绍了燃料中的硫是如何影响汽车尾气的，以及硫的存在对选择使用尾气控制技术是如何产生影响的。同时，还为下一步行动提供了一些选择。

4.1 燃料中的硫是如何影响汽车尾气的：系统方法

因为车辆和它的燃料（及润滑油）来自于一个综合的系统，所以燃料的质量密切地影响到车辆尾气。车辆和燃料系统决定尾气的质量和数量，并延伸到哪些尾气技术可以减少尾气。它还决定汽车总体运行的好坏，这就影响到了消费者的满意程度。理解这个“系统方法”是理解燃料中的硫是如何影响尾气的关键。

减少燃料中的硫含量对减少最小的微粒尤其重要，这可以从两条途径来减少汽车尾气：

第一，减少燃料中的硫，直接减少了所有车辆尾气中的二氧化碳和硫酸盐微粒，无论是新车还是旧车。²⁴ 柴油和汽油车辆产生的二氧化硫及柴油车辆产生的微粒，直接与燃料中硫的数量成正比的增加。它们是尺寸细小和极小的微粒，占微粒总数的一大部分，而硫酸盐微粒可能只占微粒体积和质量的一小部分。²⁵

第二，硫破坏或降低汽油和柴油车上的汽车尾气控制技术的效力，造成汽车尾气中的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物和微粒的增加。它还破坏并降低了新型尾气控制装置的效力，如能够进一步减少尾气中氮氧化物、碳氢化合物和微粒的先进的催化转换器，及柴油微粒扑捉器。研究显示，对于汽油车辆来说，减少硫增强了三路催化的运作并减少了尾气中的碳氢化合物，一氧化碳和氮氧化物。²⁶

汽车尾气标准及相应的燃料中硫的限度，在过去的15年中取得了巨大的进展。这种对柴油和汽油燃料车辆标准的详细一览表，可以在柴油网的网页上找到。²⁷ 关于尾气中的硫对不同的尾气控制技术的影响，可以在世界燃料宪章中找到。²⁸

24 一旦燃料中的硫含量被减少了，引擎润滑油中的硫含量也必须被考虑。例如，为保证没有润滑油渗漏到引擎的某些部分而损害对硫敏感的尾气控制装置。

25 环境保护署（2005）柴油微粒的实情表，<http://www.epa.gov/NE/eco/airtox/diesel.html> 和健康因素研究院（1995）柴油废气：对尾气、曝露和慢性健康效应的重要分析，<http://www.healtheffects.org/Pubs/diesum.htm>

26 请看：

- A. M. Hochhauser, C.H. Schleyer 和 L.I.Yeh, 埃克森美孚研究工程公司, 和D.J. Rickeard, 埃克森美孚石油和化工, 燃料中的硫对汽油和柴油车辆尾气的影 响, 美国汽车工程师协会会议报告2006-01-3370
- 世界燃料宪章2006（第四版），第16-19页<http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf>
- 美国环境保护署（1999），规范影响分析-从机动车来控制空气污染，第二等级机动车尾气标准和汽油硫控制要求，附录B-1，<http://www.epa.gov/otaq/regs/ldhwy/tier-2/frm/ria/r99023.pdf>
- 汽车电子竞技协会（1998），汽油燃料中的硫对尾气催化系统的影响，<http://www.meca.org/galleries/default-file/sulfur.pdf>

27 世界尾气标准和燃料规则的摘要，<http://www.dieselnet.com/standards/>

28 请看：<http://www.autoalliance.org/archives/wwfcbrochure.pdf>

的这些技术本身对特殊的燃料硫含量没有要求，但是它们中的大多数，如果不是全部的话，在使用低硫燃料时会更耐用，因为低硫燃料减少了对燃料喷头的腐蚀、对活塞圈的腐蚀以及润滑油的酸化和总体引擎损耗。



4.2 硫对柴油引擎和尾气控制技术的影响

柴油车辆是为了耐用性而对引擎做出的选择。它们为大型的耐用卡车、公共汽车和用于建筑、农业等的非道路装置提供了重要的节能和耐久性的优势。最新的技术创新大大地提高了柴油引擎的性能，这和它们的高效能一起参与和汽油车辆的竞争，使它们在载客车辆的使用上越来越受欢迎。

柴油排放的尾气是气体、液化烟雾和微粒的复杂混合物。由于柴油车辆尾气中的碳氢化合物和一氧化碳较低，其尾气中受关注的是微粒和氮氧化物。微粒由三个基本部分构成：

- 固体（碳元素粒子）
- 可溶性有机物（吸附在碳粒子上的重碳氢化合物），及
- 硫酸盐，由硫燃烧氧化产生。

碳、有机物和硫酸盐的相对比例由制车技术和硫燃料内容来决定。柴油车尾气中的微粒比适当运作的汽油车尾气中的微粒要高一个数量级。

通过直接减少尾气中的二氧化硫和微粒，没有任何控制技术的车辆可以从低硫燃料中受益。有柴油尾气后处理控制技术的车辆对引擎排气做出处理来去除污染物。作为排气系统的一部分，控制装置在污染物质离开尾气排气管之前，转换或留住这些污染物质。所有这些技术对燃料中的硫都有一定程度的敏感性。

4.2.1 新型柴油车辆

欧洲、美国、加拿大和日本目前正在执行或马上就要执行非常严格的汽车尾气标准。这些国家也已对各种情况采取了行动，来减少燃料中的硫，以保证被要求的尾气控制技术得到适当的运作，并取得最高的效率。这些最新的尾气标准将要求硫被减到超低的水平（如15ppm或更低）。

引擎的发展

在过去的15年里，引擎制造商引入了多种对引擎的改进方法，以减少尾气，提高性能，并增加效率。这些改进包括燃料直接喷射、高压喷射、电脑控制、多层喷射、废气再循环及后冷却。在美国，与无控制的柴油引擎相比，这些改进造成了尾气总体水平的巨大减少。尽管大多数的这些技术本身对特殊的燃料硫含量没有要求，但是它们中的大多数，如果不是全部的话，在使用低硫燃料时会更耐用，因为低硫燃料减少了对燃料喷头的腐蚀、对活塞圈的腐蚀以及润滑油的酸化和总体引擎损耗。

废气再循环（EGR）是一种改进了的引擎设计，它将废气再循环回引擎的输入系统，降低了燃烧温度并减少了氮氧化物的形成。这个技术被广泛用于许多现代的引擎上，但是不能用于补装更新。废气再循环阀门能被高含量的硫腐蚀，因此，硫含量得限制在500ppm以下。

高压喷射系统被用于提高气缸中的柴油混合物的燃烧效率，以及增加燃烧效能，减少尾气。一个这样的系统现在已投入使用，尤其在欧洲，被叫做所谓的共用轨道柴油引擎。由于这个系统在很高的压力下工作（达1800帕），它对柴油燃料的质量有很高的要求，燃料不能有任何污染（如水和微粒）。随着全球向硫含量接近零的燃料方向发展，这样的新技术在高质低硫的柴油燃料市场上，正逐步被国际制造商从只测试向被认可方向发展。

为了符合严格的尾气标准，新型车辆能采用以下的一些尾气控制技术。²⁹

控制尾气中的微粒

柴油氧化催化器 (DOC)：废气再循环之后，柴油氧化催化器成为当今柴油车辆中使用最为普遍的尾气控制技术。柴油氧化催化器把一氧化碳、气态和雾态的碳氢化合物氧化为二氧化碳和水，还帮助把形成灰尘和烟雾的碳粒子部分的可溶性有机物完全燃烧。柴油氧化催化器能把总微粒降低20-50%，并减少90%以上的一氧化碳和碳氢化合物。³⁰ 柴油氧化催化技术很受欢迎，在世界范围内已被用于五千万多辆柴油载客车及一百五十万辆卡车和公共汽车。³¹ 柴油氧化催化器可被安装于新汽车或补装于已被使用过的车辆。高硫含量能损坏柴油氧化催化器，并使它变得无效。当车辆装有柴油氧化催化器时，柴油燃料中的硫含量应该被限制在500ppm以下，以避免产生与硫酸盐有关的烟雾。

柴油微粒过滤器 (DPF)：柴油微粒过滤器被安装于排气系统，它们收集废气中大部分的小微粒，却让废气中的其它气体通过这个系统。由于被收集的微粒会随着时间增长积聚起来，柴油微粒过滤器被设计为可对微粒收集器做自动清洁或“再生”。这是通过使用更高温度的废气对收集的微粒进行氧化或燃烧来完成的，³² 被称为被动再生。另一个办法是周期性地替换过滤器，这被称为主动再生。一些柴油微粒过滤器与催化器合并在一起，这就降低了氧化收集到的微粒所需要的点火温度（催化柴油微粒过滤器或CDPF）。

在欧洲，从2000年中期以来，超过一百万辆的载客新车被安装上了柴油微粒过滤器。从2007年开始，在美国和加拿大出售的每一辆新柴油载客车及耐用路行柴油车都被装上一个高效的柴油微粒过滤器。³³ 从2009年9月1日开始，欧盟制造的所有的新的柴油车和面包车将不得不安装柴油微粒过滤器。³⁴ 柴油微粒过滤器目前还被补装到一些旧的引擎上。

世界范围内，有超过二十万路行耐用车辆被补装上了柴油微粒过滤器。³⁵ 柴油微粒过滤器颇为有效，已令人信服地证明了可降低95%以上的尾气微粒，而且还对尾气中的一氧化碳和碳氢化合物提供了有效的控制，分别减少这些尾气90-99%及58-82%。

然而，硫却大大地降低了柴油微粒过滤器的效率。当柴油氧化催化器氧化硫时，产生的硫酸盐微粒聚集在过滤器上，这就降低了它的效率，增加了尾气，并增加了再生的需要，降低了汽车的燃料效率。高含量的硫能使柴油微粒过滤器变得无效，甚

²⁹ 有许多尾气控制策略被用到最清洁的车辆上。为了解对目前最先进的技术的全面彻底的讨论，请看：<http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/frdslpre.pdf> 和 <http://www.epa.gov/otaq/regs/hd2007/frm/ria-iii.pdf>

³⁰ 汽车电子竞技协会，对耐用卡车和公共汽车的尾气控制技术：<http://www.meca.org/page.wv?name=Trucks+%26+Buses§ion=Emission+Control+Technology> 和 MECA (2006) Retrofitting Emission Controls on Diesel-Powered Vehicles:[http://www.meca.org/galleries/defaultfile/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20\(revised\).pdf](http://www.meca.org/galleries/defaultfile/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20(revised).pdf)

³¹ 汽车电子竞技协会 (2006)，加州空气资源委员会尾气控制制造商协会的对加州的港口和国际货物搬运的尾气减少计划草案的书面报告。

³² 汽车电子竞技协会 对柴油车的尾气控制，<http://www.meca.org/page.wv?name=Publications§ion=Resources>

³³ <http://www.aecc.be/content/pdf/AECC%20Position%20on%20emissions%20control%20technologies%20for%20Euro%205%20&%206%20240506.pdf>

³⁴ 请看：http://www.ec.europa.eu/enterprise/automotive/index_en.htm

³⁵ 汽车电子竞技协会 (2006)，加州空气资源委员会尾气控制制造商协会的对加州的港口和国际货物搬运的尾气减少计划草案的书面报告。



至会由于无法接受的后压力而停止引擎的工作。柴油微粒过滤器不能用于硫含量超过50ppm的燃料。而且应该使用低硫引擎润滑油。研究显示当柴油微粒过滤器和硫含量为15ppm或更低的燃料一起使用时，能获得更高的效率，而且再生的频率也减少了。美国、欧盟和日本已决定把柴油中的硫限制在15ppm或以下，以保证柴油微粒过滤器的最佳功能。

流动通过式过滤器（FTF）：流动通过式过滤器一般使用导线扑捉或“曲线流程”设计来帮助氧化大多数的微粒。它们比高效的柴油微粒过滤器渗透性更强。流动通过式过滤器可能适用于旧的耐用柴油车，特别是那些机械控制车辆。流动通过式过滤技术可被补装于一些车辆上。加州空气资源委员会已证实，流动通过式过滤器如果使用加州市场上一般水平的柴油（一般水平的燃料中的硫含量为150ppm），能取得减少50%或更多微粒的成果。经证实的流动通过式过滤技术与燃料负荷催化器一起，在500ppm硫含量的燃料中运作，可达到相似的降低尾气的水平。

有些比较新的技术要求使用有效的燃料负荷催化器或者低硫燃料。流动通过式过滤器减低超细微粒的效率还在调查之中。

氮氧化物的控制

多种多样的氮氧化物控制技术正在研制之中，以除去尾气中氮氧化物，使柴油引擎能符合大多数严格的尾气标准。尽管以上提到的引擎改进技术（特别是废气再循环）也能减少氮氧化物，但是这些改进技术通常会在控制微粒和氮氧化物之间引起权衡取舍。氮氧化物控制技术包括氮氧化物吸附器和选择催化还原。³⁶

氮氧化物吸附器：在氮氧化物吸附器中，氮氧化物尾气被氧化，并以固体硝酸盐的形式储存起来，当吸附剂完全饱和时，燃料和空气的比率增加，这就引起了氮氧化物的释放。然后，这些氮氧化物通过一个精致的金属催化装置，被还原成了氮气。氮氧化物吸附器在转换氮氧化物时，展示了95%的效率，但作为一个小小的惩罚，它额外地使用1.5%的燃料。³⁷不幸的是，氮氧化物吸附器也非常有效地储存硫，随后和氮气通过一条几乎完全相同的途径，然而，其储存的氧化硫粘附得要牢固得多，需要更高的温度来去除。在一段时间内，燃料中的硫，甚至在较低的水平，占满了吸附器的容量，引起了效率的下降。因此，对氮氧化物吸附器来说，燃料硫含量一定得接近于零（少于15ppm）。尽管这一技术展示了前景，但是它还在示范阶段，还未在商业上使用。

选择催化还原：选择催化还原（SCR）系统要求有一个附加的还原物来帮助把氮氧化物转换为氧气和氮气，最广泛使用的还原物是液体尿素，它被安装在汽车上，必须被阶段性地重新补足。选择催化还原显示了65-80%的减低氮氧化物的效率。重要的事，它避免了一些其他技术存在的最高可达7%的潜在燃料效率降低的问题。³⁸必须指出，没有还原物，尾气可增加到一个没有控制的引擎的水平，因此，尿素必须被置于选择催化还原工作的地方。

选择催化还原系统在欧洲被用作氮氧化物降低技术，用以达到欧洲对耐用柴油车的标准。选择催化还原系统依靠一个氧化催化器来提供所要求的氮氧化物尾气控

36 许多氮氧化物控制技术要求使用低硫的引擎润滑油

37 Faulkner (2002)

38 Johnson, T (2002) 柴油尾气控制：对过去12个月的回顾。报告2002年8月25-29日在加州圣地亚哥举行的第八届降低柴油尾气会议上被宣读。http://www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/resources/proceedings/2002_deer_presentations.shtml

制。使用控制尾气的氧化催化器意味着，当车辆用高硫含量的燃料时，选择催化还原系统将产生大量的硫酸盐微粒，因此，适当地运用选择催化还原系统要求燃料中硫含量在50ppm或以下（由尾气标准来决定）。³⁹

评估补装更新的潜力

从事补装更新项目时应该考虑的关键因素：

车队选择：重要的是做一个详细的评估来了解当前的车队，以考虑什么样的减少尾气的策略对这个车队合适。

燃料可获得性：重要的是保证有一个稳定的、合适的，并符合硫含量要求的燃料供应。

确认技术：当评估减少尾气的各项选择时，重要的是使用已知的，经证实的技术，以保证适当的引擎配置与合适的控制技术相匹配而获得预期的减低效果。

近期在一个墨西哥城的项目中，城市里的公共汽车被补装上了柴油氧化催化器和柴油微粒过滤器，并在11个月中使用了硫含量非常低的柴油燃料（少于15ppm）。补装前后集中的尾气测试显示，旧公共汽车通过使用柴油氧化催化器减少了20%的微粒，而新公共汽车通过安装柴油微粒过滤器减少了90%以上的微粒。世界上的其他城市已制定了成功的补装更新项目，包括智利的圣地亚哥和中国的香港。美国的环境保护署和加州空气资源委员会都有查证项目来提供柴油尾气控制技术的关键信息以及它们预期的利益。更多有关这些项目的信息，请看：

<http://www.epa.gov/otaq/retrofit/retroverifiedlist.htm>

<http://www.arb.ca.gov/diesel/verdev/verdev.htm>

4.2.2 从现行的柴油车辆中减少尾气

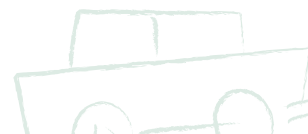
耐用柴油车辆可驾驶很多年，在美国，耐用卡车的寿命有29年，载客公共汽车的寿命有16年。⁴⁰ 在世界其他国家，这些车辆可能更长地留在车队里。随着车辆的老化，尾气趋于增加，这意味着在许多年内，任何通过引入新标准来减少尾气的行动将无法实现，因为这些车辆从旧型号转变过来要用20年或更长的时间。因此，越来越多的国家正在开发减少旧车尾气的项目，同时制定更严格的标准来努力地提高空气质量。

柴油车辆的更新和补装已被认定为投资最有效的，可在短期内获得尾气减量的措施。以下是五种不同的主要针对于现行车辆的方法。

修理/改造 - 进行常规维修和改造能使很多引擎恢复到制造商的规范标准，并取得原先设计的尾气利益。

³⁹ 环境保护署（2000）规划影响分析：耐用引擎和车辆标准及公路柴油燃料的硫控制要求。华盛顿特区，美国环境保护署及Khair, M. (2002) 废气再循环- 选择氧化还原- 柴油微粒过滤器对降低尾气的潜在影响及先进的燃料配方- 进展报告。报告2002年8月25-29日在加州圣地亚哥举行的第八届降低柴油尾气会议上被宣读。

⁴⁰ 美国交通部，交通统计局，2005，2005年全国交通统计报告，华盛顿特区。http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/



补充燃料 - 适用更清洁的柴油燃料（如低硫含量燃料）可以直接减少尾气中的小微粒，也使车辆能使用先进的尾气控制技术。

补装更新 - 最普遍的用于补装更新耐用柴油车的技术是柴油氧化催化器和柴油微粒过滤器。流动通过式过滤器还较新，还没有被普遍使用。柴油尾气控制装置可被广泛地安装于不同的车辆上，包括高速公路卡车和公共汽车、非道路建筑装置、农用装置等等。

柴油氧化催化器是最早、最灵活、最便宜的补装更新的选择，能和硫含量为500ppm或更低的燃料一起使用。一个柴油氧化催化器能减少20-50%的总微粒、90%以上的一氧化碳和碳氢化合物。⁴¹ 柴油微粒过滤器也是一种容易而有效的补装更新的选择，但是它要求燃料的硫含量为50ppm，更喜欢15ppm的，而且不能被用于旧的柴油车。正被开发的新技术有一些其它的要求，例如燃料添加剂或不同的燃料硫含量（如流动通过式过滤器）。

更新动力 - 在一些情况下，车辆的底盘或机械装置可能有很长的使用寿命，通过拆除全部的现存引擎，用新的或更新过的老式引擎来给车辆重新提供动力，能使引擎排放较少的污染物质而改善尾气的成分。

替换 - 1990年以前制造的柴油引擎和装置可能在技术上不符合更新的要求，在费用上也不可行。在这些情况下，替换整辆车或机械装置可能是费用上最经济的办法。

4.3 汽油车辆和硫

对汽油车产生的污染物的主要担心是一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物。与柴油车相比，汽油燃料车排放的微粒大大地减少了。汽油中的硫含量没有柴油中的高。

正如以上提到的，降低燃料中的硫含量将立即减少微粒尾气，使目前装有催化装置的车辆运行得更有效、更清洁，并能使用新技术来进一步减少尾气。

三路催化器（TWC）- 最普遍、最广泛使用的汽油车尾气减少装置是催化转换器。催化转换器包含的蜂窝陶瓷结构被涂上催化金属，如钯、铂和铑，在废气从排气管排出去之前，把其中的污染物转换为无害的气体。双路催化器（减少碳氢化合物和一氧化碳）七十年代中期，首先被美国、加拿大和日本引入。从八十年代早期到九十年代，大多数发达国家的技术进步导致了三路催化器（减少一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物）的引入。三路催化器现在在全球范围内控制新汽车的生产，截至2000年，在世界范围内大约85%的新汽油车被安装上了催化转换器。⁴²

为了达到最近在美国、欧洲和日本采用的最严格的尾气控制标准，制造商们大大改善了三路催化器技术。最先进的设计中的几个进步之处是：在蜂窝结构中使用极小的单元，以增加反应的表面积（更高的单元密度）；用不同的涂料配方来改善贵金属组的分布（如相同量的贵金属能得到更多的转换表面积），以提高对氧气的管理及提高热气的稳定性。根据燃料的质量，这些更先进的催化器能把尾气降低到一个基本上无关

41 汽车电子竞技协会，对耐用卡车和公共汽车的尾气控制技术 <http://www.meca.org/page.wv?name=Trucks+%26+Buses§ion=Emission+Control+Technology>，及：汽车电子竞技协会，对柴油动力车补装更新以控制尾气，2006年4月，[http://www.meca.org/galleries/defaultfile/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20\(revised\).pdf](http://www.meca.org/galleries/defaultfile/MECA%20Diesel%20Retrofit%20White%20Paper%200406%20(revised).pdf)

42 汽车电子竞技协会，清洁空气的真相- 机动车尾气控制：过去、现在和将来 <http://www.meca.org/galleries/default-file/advancedfact.pdf>

紧要的水平。通过阻塞催化器的有效部位，硫能大大地降低这些装置的效率，这种影响是不能彻底逆转的。尽管使用低硫燃料会提高转换效率，但是除硫以后不是总能恢复到原先的效力。⁴³

随着车辆及尾气控制装置被设计为符合更严格的尾气标准，硫对这些较先进的催化器的损害也增加了。

4.4 支持清洁燃料和车辆全球伙伴关系来减少燃料中的硫

清洁燃料和车辆全球伙伴关系对分阶段去除含铅汽油及引入更清洁车辆，减少燃料中的硫含量分了优先次序。

世界各国在不同的发展阶段，采用了不同的燃料硫含量标准，发达国家对燃料的规范趋向于集中在数字上，他们的柴油和汽油燃料中的硫含量至少在50ppm。认识到这一点，2005年12月14至15日，在肯尼亚内罗毕的联合国环境保护署总部举行的第四次清洁燃料和车辆全球伙伴关系会议上，制定了以下的清洁燃料和车辆全球伙伴关系目标：“在世界范围内把汽车燃料中的硫降到50ppm或以下，同时引入清洁车辆和清洁车辆技术，并开发区域性和国家性的规划图和时间线。”

伙伴关系组织通过这个目标确认，发展中国家和发达国家一样，应该享受相同的空气质量。同时，他们也认识到，提高城市空气质量和其他的环境发展目标是相关联的，比如减少贫困，使用干净水的机会。所有这些都要求使用稀少的人力和金融资源，因此，重要的是根据地区情况、城市空气质量问题的严重性、车辆可使用低硫燃料的能力，及今后减低车辆尾气的机会，来决定引入更低硫含量燃料的步调。

伙伴关系组织认识到，大部分对减少燃料中硫含量的决定是地区性的，并涉及所有的有关方面，比如，精炼厂、汽车或引擎制造商、非政府组织和国家政府。然而，采用50ppm的总体硫含量的目标，为最终目标提供了一个“瞄准点”，这将对减少空气污染做出重要的贡献。它可以被用于发展国家行动和对区域性融洽的努力、开发“路线图”来提高燃料和车辆质量，并最终取得更好的空气质量。

正如伙伴关系组织的工作声明中所提到的，基本原则就是宁可推广支持引入更清洁的燃料和车辆，而不一味强调标准。因此，伙伴关系组织做好准备支持发展中和转型中的国家，以通过他们的努力来减少燃料中的硫含量。

⁴³ 美国环境保护署（1999）规范影响分析-从机动车来控制空气污染，第二等级机动车尾气标准和汽油硫控制要求，<http://www.epa.gov/otaq/regs/ld-hwy/tier-2/firm/ria/r99023.pdf>，及汽车电子竞技协会（1998），汽油燃料中的硫对尾气催化系统的影响，<http://www.meca.org/galleries/default-file/sulfur.pdf>

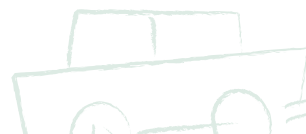


表2：减少车辆尾气的可选策略

	对柴油	对汽油
如果硫 > 500ppm		
	<p>如果你的柴油燃料中硫含量高于500ppm，这么高的燃料硫含量将不能使用任何柴油尾气控制技术。你的选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 开始使用较低硫含量的燃料，以取得立即的尾气利益。 • 制定汽车尾气标准，强迫进行适当的引擎改装，并一致性地降低所有新车的燃料硫含量。 • 开始实行一个替换车队中最旧的车辆的项目 	<p>如果你的汽油中硫含量高于500ppm，但是低于1000ppm，你的选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 要求所有的新车安装催化转换器，并同时开始使用较低硫含量的汽油。 • 设定进口的二手车的使用年限，并要求它们安装催化转换器。
如果硫 < 500ppm		
	<p>如果你的柴油中硫含量为500ppm或更低，可引入一些先进的尾气控制技术。你的选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对所有的新车制定车辆尾气标准，一致性地减少燃料中的硫含量，这将引起额外的引擎改进，如废气再循环。 • 补装柴油氧化催化器来更新旧的耐用柴油车，以减少碳氢化合物、一氧化碳和微粒，并为进一步减少微粒探究流动通过式过滤器的适用性。 	<p>如果你的汽油中硫含量为500ppm或更低，你能引入先进的尾气控制技术，你的选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对所有新车制定尾气标准。 • 限制进口那些没有催化转换器的二手车。
如果硫 < 50ppm		
	<p>如果你的柴油中的硫含量为50ppm或更低，将有更多的选择。这些选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对新柴油车制定更严格的微粒、氮氧化物尾气标准，以保证引入最先进的控制技术。 • 补装微粒过滤器，更新旧的耐用车辆，已配合过滤要求、引擎技术和车辆年龄。 	<p>如果你的汽油中硫含量为50ppm或更低，你能引入更先进的尾气控制技术。你的选择包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 对所有新车制定更严格的尾气标准，以保证使用最先进的技术，得到最好的尾气。 • 对那些没有催化转换器的二手车设定进口限制，以符合性能标准。



5. 减少燃料中的硫

这一部分讨论减少燃料中的硫含量是如何影响燃料供应基础设施的。这部分还例出了一些在减少硫含量时应该额外考虑的问题。

5.1 硫：是从哪儿来的？

汽油和柴油都是从原油生产出来的，来自不同油田的原油有不同的密度、比重和成分。硫存在于所有的原油中，但是却有着不同的含量。“甜”油，如布莱特（北海）或尼日利亚（伯尼轻型），的硫含量低，而从中东来的原油的硫含量相对较高。最重的原油主要来自墨西哥和委内瑞拉，它们含有很高的硫，被叫做“酸”油。原油的稠度范围可以从水样到柏油样固体，颜色可以从澄清到黑色。原油“平均”包含大约84%的碳，14%的氢，1-3%的硫，及少于1%的氮、氧、金属和盐类。表3例出所选择的几种原油的平均特征。

表3：所选择的原油的特征⁴⁴

	轻（‘甜’）原油		中等硫原油		高硫（‘酸’）原油	
	高比重 （伯尼轻质）	低比重 （伯尼中质）	轻质 （莫本）	重质 （阿拉斯加北坡）	轻质 （阿拉伯）	重质 （巴齐夸罗）
比重（美国石油学会比重指数，API）	37.6	26.9	39.4	26.8	33.4	16.8
平均硫含量（ppm）	1,300 ppm	2,300 ppm	7,400 ppm	10,000 ppm	18,000 ppm	24,000 ppm
硫限度（Wt.%）	0 - 0.5	0 - 0.5	0.51 - 1.0	0.51 - 1.0	1.0+	1.0+

硫在原油中要么以硫化氢气体存在，要么在化学上与其他物质一起连为较重的化合物。当原油在精炼厂里被加工为汽油和柴油燃料时，这些含硫化合物通过不同的途径变成不同的燃料产品，包括汽油和柴油燃料。一般来说，原油的密度越高，就越难去除其包含的硫。

5.2 精炼厂：他们是怎么工作的？

精炼厂的作用是把原油加工为一系列产品。这些产品得在合适的比例下有适当的属性（包括硫物质），以符合地区规范及市场需求。这就要求有一系列的不同的加工单位。以下是非常简单的精炼过程：

1. 原油在空气蒸馏装置中被分离成不同的部分。
2. 最轻的部分被液化为石油气。
3. 第二轻的部分是挥发油，它是汽油的标准部件。硫被从挥发油中去除；重的挥发油被送到一个转型器以增加辛烷，而轻的挥发油则去一个异构化装置或直接进入汽油。

⁴⁴ 来源：美国原油精炼厂，全国原油委员会（2000年6月）



4. 空气蒸馏装置中的残渣（长的残渣含有比挥发油多的硫）被转换为较轻的产品（柴油）。在“半复杂”的精炼厂，这个过程在一个热油气装置中完成，在“复杂”的精炼厂，这个过程在一个真空蒸馏装置中完成，其生产出来的重的蜡样的蒸馏产物必须在一个催化裂化器或氢化裂化器中被分离。⁴⁵ 在“十分复杂”的精炼厂，从真空蒸馏装置形成的蜡样蒸馏产物通过若干不同的过程来被分裂。⁴⁶

精炼厂还包括一些不同的处理单位，如加氢脱硫过程，以下将对此做更多的细节描述。更多有关精炼厂运作的信息，及对不同加工过程的描述，能在最近国际石油工业环境保护协会发表的文章中找到。⁴⁷

5.3 减少燃料中硫的选择

5.3.1 没有精炼厂的国家

没有精炼厂的国家- 或那些只需要少量的低硫燃料的国家- 可以通过在国际市场上购买燃料来降低硫含量。对一些有精炼厂，但是需要达到新的，更严格的燃料规定，而他们的精炼厂还在更新之中的国家来说，进口低硫燃料也是他们采取的一个步骤，例如，当印度和菲律宾的精炼厂在更新以达到更严格的规范时，他们暂时性地进口了低硫燃料。

5.3.2 有精炼厂的国家

转换为低硫原油

精炼他们自己燃料的国家，如果特殊的条件允许，可通过把新进的原油转换为低硫的，来大大地降低他们生产的燃料中的硫，例如，从阿拉伯轻型（含硫高于1%）转为尼日利亚伯尼轻型（含硫低于0.5%）能把柴油蒸馏产物中的硫成分从1.05%(10500ppm)降低到0.13%(1300ppm)。这样，仅通过原油选择一项，就使生产1000-2000ppm含硫量的柴油变得可行，但是这不能更大地降低硫的含量。从低硫来源引进原油是中国采取的一个策略。在转换原油之前，精炼厂的操作员必须估计一些因素，如新原油的比重水平，以达到精炼厂的设计规范。

混合成分的脱硫过程

要生产硫含量为1000ppm或更低的燃料，重要的是在最后的混合之前查看从高硫蒸馏部分去除硫的选项。去硫可以与使用低硫原油一起完成，或由使用低硫原油来替代完成。复杂的精炼厂常常发现投资去硫设备（如脱硫装置）然后处理高硫含量的原油是更经济的做法。⁴⁸ 不太复杂的精炼厂可能得在对新的脱硫装置的不同组合的资本投资与原油选择之间做出他们的选择。

氢化处理是脱硫过程中最常用的技术。为了减低汽油中的硫，通常只需要氢化处理催化裂解过的部分。

⁴⁵ 催化裂化的柴油成分中包含的硫比氢化裂化的柴油多。

⁴⁶ 一个十分复杂的精炼厂可能有多达40种不同的相互连接的加工单位，这些单位被设计来优化指定的系列产品的制造。

⁴⁷ 国际石油工业环境保护协会（2006）燃料中的硫：能够使用清洁燃料和车辆的策略和选择，<http://www.ipieca.org>

⁴⁸ 脱硫过程的工作细节可以在国际石油工业环境保护协会2006年的文件中找到：能够使用清洁燃料和车辆的策略和选择，<http://www.ipieca.org>

对柴油来说，去硫更困难，必须使用更复杂的高压装置，有时候需要两个步骤地处理。氢化处理柴油燃料总的来说增强了它的属性，并稍稍增强了已烷的数量。然而，还有其他的产品质量问题值得考虑，在以下的5.4种有所指出。

另一个柴油脱硫过程的选择就是建造一个氢化裂解器。由于这是一个复杂的设备，需要用很多氢气来操作，所以这是最贵的一种选择（是高压氢化处理器费用的4-5倍）。一个新的氢化裂解器会产生高质量的低硫煤油和柴油燃料成分。通常，氢化裂解器只在商业上用于证明精炼厂是否打算增加煤油和柴油的生产，而不只是减少硫。一个大小合适的氢化裂解器可以把柴油中的硫含量减少大约50ppm，任何进一步的减少都同时需要氢化裂解器和氢化处理器。

随着对低硫燃料需求的增加，硫处理技术将会继续提高。更新的、有选择性，并能降低操作成本和/或基建成本的技术正开始被一些精炼厂使用，而且值得探索研究。⁴⁹

5.4 降低燃料中的硫 – 额外的思考

很多额外的考虑与通过改善精炼厂的运作来减少硫含量有关，包括以下几点：

- 一些精炼过程的更新可能需要额外的氢气（精炼操作过程中至关重要的成分），对额外氢气的来源和费用的估计必须是决策过程的一部分。
- 一些精炼过程还有能量反射，它们都要使用额外的能量，并增加二氧化碳尾气。⁵⁰ 在探索降低燃料中的硫含量的选择时，这必须也被考虑到。
- 减少燃料中硫含量的技术过程必须考虑到国家燃料规范，如柴油燃料中的芳香烃，已烷和润滑成分，以及汽油中的辛烷。
- 柴油燃料脱硫过程可能稍稍增加已烷量，这能提高引擎性能，并减少烟雾。同时，柴油脱硫还趋向于减少它的润滑成分，而润滑成分对车辆性能及最大程度地减少移动金属部分的损耗是很重要的，如旋转的燃料泵或引擎。便宜的燃料添加剂和燃料调节剂可用于纠正这些问题。
- 一些减低硫的过程也会减少汽油中的辛烷。根据国家的燃料规范和车辆要求，这些辛烷可能需要重新回收。
- 柴油燃料脱硫还趋向于减少芳香烃成分。这个改变可影响燃料系统的弹性封口，引起泄漏。⁵¹ 用更新后的成分适当地维修车辆，就比较不容易造成这种影响。另一方面，低芳香烃可帮助减少尾气。⁵²
- 尽管低硫燃料不需要特别的储藏，但是必须注意避免低硫和高硫产品之间的交叉污染（如用于路面交通的飞机燃料和柴油）。交叉污染可以通过严格的质量管理程序得以预防，如冲洗运输油车，保证为不同的产品提供适当的储藏设施。
- 通过输油管道造成的产品污染应该降到最低程度。一些混合发生在批量之间的接触，这可以通过从高硫到低硫分批的订货顺序（这叫作特殊顺序），或者通过分隔接触面来避免。然后，接触面可以被混入高硫燃料产品，或在精炼厂重新加工。
- 灌装公路和铁路油车时，在汽油和柴油转换装卸时，应该特别注意。这是由于低硫燃料的导电率较差，更倾向于放出静电而引起火花造成爆炸。这种担心可通过合适的警戒来避免。

⁴⁹ 请看：美国环境保护署（2003）从非道路引擎和燃料上来控制尾气的空气污染，68 联邦登记 序号 28427，可在以下网站找到：<http://www.epa.gov/fedreg/EPA-AIR/2003/May/Day-23/a9737c.html>

⁵⁰ 二氧化碳 – 是引起全球气候变化的温室气体

⁵¹ 请看：C.M. Cusano 等（1994），柴油燃料成分的弹性膨胀变化，SAE 942017，及S.D. Robertson等（1994）汽车燃料油成分对弹性部件性能的影响，SAE 942018

⁵² 请看：美国环境保护署 工作人员讨论文件（2001）与柴油燃料的属性与尾气相关的策略和问题，环境保护署420-P-01-001



6. 额外的思考

这一部分对减少燃料中的硫含量提供了额外的思考。这些可能是额外的利益（如增加引擎寿命和减少维修费用），或是在制定策略时应额外考虑的问题（如区分大都市或非大都市的水平及假冒产品问题）。

6.1 大都市与乡下的比较

由于城市地区是受空气污染影响最大的，一些国家决定在扩展到国家其余的地方之前，首先在城市引入低硫燃料。例如，墨西哥的燃料硫新标准，将在2007年首先把焦点对准美国和墨西哥边境地区，在那儿引入超低硫燃料（15ppm的柴油），然后在2009年推广到大都市地区，并在2010年普及到国家其余的地区。巴西的国家规范是2000ppm，但是对大都市的规范却是500ppm（见第三章的表1）。除了更严格的标准和更低的尾气以外，如果这些“大都市水平”足够低的话，他们还允许实行补装更新项目（例如对城市公共汽车队）。然而，只在一个国家的部分地区引入低硫燃料，也带来了一些问题，如，在大都市以外的地区需要使用这些更清洁燃料的汽车就得不到这种燃料，而且存在着误装燃料和交叉污染的可能。因此，在很多情况下，这种方法被用于中央分配燃料的城市车队，如公共汽车和出租汽车。然而，随着使用车队的增加，会引起对低硫燃料需求的增长，供应这种燃料的费用很可能会下降，这就鼓励了加量生产，促进了低硫燃料在市场上的推广。

6.2 国家中跨越全国的运输通道

许多国家正开始设置跨越地区和跨越全国的运输通道。例如，在美国，各种各样的柴油通道项目已被建立起来了，有沿着西海岸的（西海岸柴油合作），在中西部的（中西部清洁柴油自发行动和蓝天航线计划），及沿着东海岸的（中大西洋柴油合作和东北部柴油合作）。这些地区已先期实行了国家低于15ppm的对硫的限制。

西海岸柴油合作是投身于减少西海岸柴油尾气的联邦、州际和地区领导人，及私营企业和环境组织之间的合作项目。它把焦点对准创立、支持和实施柴油尾气减少计划，它还通过努力保证美国公路系统中的西海岸从上到下都有清洁燃料可供使用。⁵³

另外一个例子就是，俄罗斯已提议在他们国家和欧洲之间建立一条超低硫燃料通道，以让旅游业和商业使用不能在高硫燃料中运行的新的车辆技术。⁵⁴

53 为了获得更多有关这些首创行动的信息，请看以下网站：

<http://www.westcoastdiesel.org/>
<http://www.epa.gov/midwestcleandiesel/index.html>
http://epa.gov/region6/6xa/blue_skies_collaborative.htm
<http://www.dieselmidatlantic.org/diesel/index.htm>
<http://www.northeastdiesel.org/>

54 柴油燃料新闻（2003年六月9日）俄罗斯运输部创立2005年超低硫柴油计划- 对国际货物运输商的超低硫柴油，请看：http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_10_7/ai_103382165

6.3 车辆和引擎问题

6.3.1 车辆维修

低硫燃料帮助减少腐蚀、降低引擎润滑油酸化、带来更长的维修间隔期，并减低维修费用。

表4：受柴油燃料中低硫含量潜在影响的汽车元件⁵⁵

受影响的元件	低硫效果	潜在影响
活塞圈	减少腐蚀损耗	延长引擎寿命，减低改造频率
汽缸内层	减少腐蚀损耗	延长引擎寿命，减低改造频率
润滑油	减少沉淀，减少对碱性添加物的需要	降低活塞圈/汽缸内层的损耗，减低润滑油更换频率
排气装置	减少腐蚀损耗	减少更换部件的频率

这些利益的实际价值是由地区状况及对低硫燃料的长期使用来决定的。美国环境保护署对平均节省量的估算是，轻型耐用柴油车大约为每加仑省1.4美分，中型耐用柴油车为每加仑省1美分，中型耐用柴油车为每加仑省0.7美分。⁵⁶ 估计，这些利益使每辆车在可使用年数内节省153到610美元。

6.3.2 引擎寿命

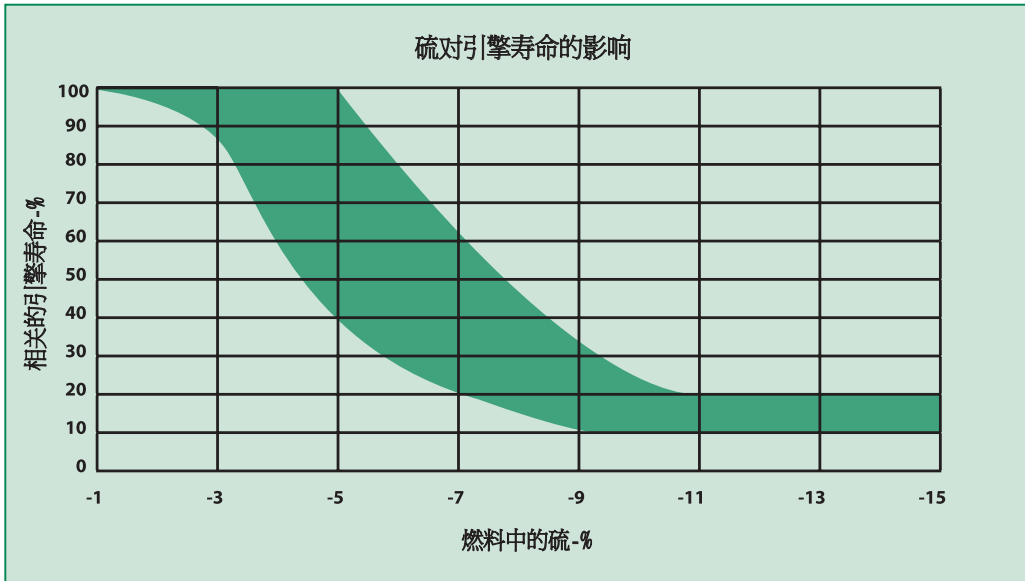
燃料中存在的硫大大地缩短了车辆引擎的寿命，尤其是高硫燃料（高于2000PPM）。以下的图表显示了降低燃料中的硫含量所造成的引擎使用寿命的增加。估计，将燃料中的硫从1.5%（15000PPM）降到0.1%（1000PPM），会把引擎的寿命延长80-90%。

⁵⁵ <http://www.adb.org/Vehicle-Emissions/General/diesel.asp#2>

⁵⁶ 美国环境保护署（2000）规定影响分析：耐用引擎和车辆标准以及公路柴油燃料硫控制要求。 <http://www.epa.gov/otaq/highway-diesel/regs/exec-sum.pdf>



图3：燃料中硫含量增加引起的引擎寿命的缩短⁵⁷



6.3.3 引擎润滑油中的硫

除了燃料以外，硫还存在于大多数用于保护引擎受到损耗的润滑油中。引擎润滑油一定程度地渗漏到燃烧室，其中的硫会找到通路进入排气系统，从而损害尾气控制的操作。当燃料中的硫含量降低时，引擎润滑油中的硫的影响就相对增加了。⁵⁸很多发达国家，特别突出的是在美国、日本和那些欧洲国家，由于确保引擎使用合适质量的润滑油是很复杂的，他们使用自愿的、由工业界自身调节的引擎润滑油质量规定。使用低质量引擎润滑油的国家，在制定减少燃料硫的政策时，应该和当地工业界（汽车、引擎、润滑油和添加剂制造商）一起讨论这个问题。

6.4 强制与遵守

在鼓励政府、公司和其他单位履行他们的环境义务时，强制执行是至关重要的一部分。强制执行制止了那些可能从违反法律中得利的人，也为那些遵守法律的人提供了同等的竞赛场。

为保证燃料的成分实际上达到标准，并使汽车上的尾气控制元件达到设计时的工作水平，强制执行是决定性的。精炼厂、进口商和燃料分配系统中其他部门，通常被要求达到汽油和柴油车辆的燃料标准。

⁵⁷ <http://www.fleetwatch.co.za/supplements/SADiesel/DieselFactsFictionS.htm>，底特律柴油公司燃料和润滑油服务原始公告

⁵⁸ 引擎润滑油也可能包含会损害尾气控制系统的磷和灰。然而，这些成分可能需要被用于保护引擎的过度损耗，所以润滑油配方应该有工业界决定。

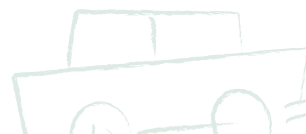
6.5 假冒

假冒是世界范围内的一个燃料问题，这可以对机动车尾气产生逆向的影响。假冒的一个常用形式是把廉价、高硫的煤油混于柴油中。

在精炼厂和加油站强制执行燃料标准意味着确保把假冒燃料降到最低水平。以下网站提供了有关假冒的额外信息（在印度和尼泊尔假冒燃料是一个进行性的问题，网站对此提供了个案研究）：

<http://www.cpcb.nic.in/fueladultration/ch60703.htm>

http://www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-58998_Fuel_Adulteration_Ale.pdf



附录 1 - 主要车源污染物的概况

污染物	对健康的影响	额外的担心
微粒	<ul style="list-style-type: none"> - 加重哮喘 - 降低肺功能 - 心脏病发作 - 过早死亡 - 柴油很可能是人类的致癌物质 	<p>细小的微粒（PM2.5）是直接来自燃烧源排放出来的，其次是从气态的前体形成的，如二氧化硫，氧化氮，或有机化合物。由于PM2.5能很深入地穿透如肺部，引起了人们最大的担心。细小的微粒能在大气中留存几天或几个星期，并能在大气中进行几百到几千公里。</p>
碳氢化合物	<ul style="list-style-type: none"> - 包括很多致癌的，有害健康的有毒化合物 	<p>碳氢化合物在阳光中还原和氧化氮反应形成臭氧。在典型的城市地区，非常大的一部分是来源于汽车。</p>
氧化氮	<ul style="list-style-type: none"> - 和氧化氮反应形成臭氧，引起严重的呼吸系统问题； - 反应形成硝酸盐微粒，酸性烟雾，及也能引起呼吸系统问题的二氧化氮。 	<p>氧化氮是指氧化氮家族中各种不同的化合物和衍生物，包括二氧化氮，硝酸，一氧化亚氮，硝酸盐，和一氧化氮。 氧化氮是形成地面臭氧的主要成分之一。 氧化氮在大气中反应形成硝酸盐微粒，酸性烟雾。 氧化氮及氧化氮形成的污染物能长距离传播。</p>
氧化硫	<ul style="list-style-type: none"> - 促成呼吸系统疾病，特别是对儿童和老年人 - 加重已有的心脏和肺部疾病 	<p>有助于形成引起视力损害的大气微粒；能长距离传播 并沉积在离来源很远的地方。</p>
臭氧	<ul style="list-style-type: none"> - 甚至在很低的水平就能引起很多不同的健康问题；长期接触可能会造成永久性的肺损伤；促成过早死亡 	<p>地面层的臭氧不是汽车废气直接排放出来的，而是碳氢化合物和氧化氮反应在阳光中反应的产物。</p>
一氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> - 当空气中的含量较高时，甚至对健康人也有毒害作用；低含量时能影响人的心脏；能影响中枢神经系统；又造成过早死亡的危险及降低新生儿体重 	<p>机动车是造成城市一氧化碳水平的主要因素，在美国的城市可高达95%。</p>

来源：

美国环境保护署- www.epa.gov/air/urbanair/6poll.html

美国医疗协会（292：19；17 November 2004）。

附录2 - 发展中国家地区各国的硫含量（截止于2006年12月）

国家	硫含量 (ppm)	评论	来源
安圭拉岛			
安提瓜和巴布达			
阿根廷	1500/2500	城市地区为1500ppm，非城市地区为2500ppm；2009年的目标是50ppm	拉美国家石油互助协会 2005；国际燃料质量中心 2004
阿卢巴岛			
巴哈马			
巴布达			
伯利兹			
百慕达群岛			
玻利维亚	500		拉美国家石油互助协会 2005
巴西	500/2000	城市地区为500ppm，全国范围为2000ppm；把2009年的全国目标定为50ppm的讨论正在进行之中	巴西伏特
开曼群岛			
智利	50/350	城市地区为50ppm，全国范围为350ppm；2010年计划在城市为10ppm，全国为50ppm。	智利国家环境理事会
哥伦比亚	1200/4500	波哥大为1200ppm，其他地方为4500ppm；正制定法律在2008年或2010年把柴油中的硫含量定为500ppm。	哥伦比亚国家大学
哥斯达黎加	4500	正在实行的计划：在2005/2006年降低到4000ppm，2006年到3500ppm，2008年到500ppm。	拉美国家石油互助协会 2005；危地马拉的库库尔坎工作基金报告 2004
古巴			
多米尼加			
多米尼加共和国			
厄瓜多尔	500/7000	优质油/常规油	拉美国家石油互助协会 2005
萨尔瓦多	5000		库库尔坎工作基金报告；拉美国家石油互助协会 2005 同意
法属圭亚那			
格林纳达			



瓜地马拉	5000		库库尔坎工作基金报告；拉美国国家石油互助协会 2005 同意
盖亚那			
海地			
洪都拉斯	5000		库库尔坎工作基金报告；拉美国国家石油互助协会 2005 同意
牙买加			
墨西哥	300/500	大都市地区 300/非都市地区500；墨西哥的环保新规则(NOM-086)要求2007年开始在北部的美国边境降低到15ppm，在2009年早期对其他城市试行，在2009年中期对国内的其余部分实行	墨西哥官方标准 SEMARNAT，墨西哥 PEMEX公司
蒙特色拉特岛			
尼加拉瓜	5000		拉美国国家石油互助协会 2005
巴拿马	5000		库库尔坎工作基金报告；拉美国国家石油互助协会 2005 同意
巴拉圭	5000		拉美国国家石油互助协会 2005；国际燃料质量中心 2004 同意
秘鲁	3000/5000	对一级和二级的柴油来说，政府依次指令在2005 年6 月和2010 年把目标定为50ppm	美国环境保护署的日常环境报告；拉美国国家石油互助协会 2005报告为 5000/7000
波多黎各			
圣基茨和尼维斯			
圣卢西亚			
圣文森特及格林纳丁斯			
苏里南	5000		拉美国国家石油互助协会 2005
特立尼达和多巴哥	1500		拉美国国家石油互助协会 2005
特克斯和凯克斯群岛			
乌拉圭	8000	2006 target of 2500 (ARPEL 2005)	拉美国国家石油互助协会 2005；国际燃料质量中心 2004
委内瑞拉	5000		拉美国国家石油互助协会 2005；国际燃料质量中心 2004

维尔京群岛			
一共：42 个国家			

参考：

拉美国家石油互助协会 2005，7，26 个人信件

国际燃料质量中心 2004 <http://www.worldfuelsconferences.com/images/ee04/Pye.pdf>

库库尔坎基金会2004年4月在危地马拉城召开了一个有关中美洲清洁 燃料和车辆的工作会议

迈克尔·沃什， 国际咨询，全球清洁燃料概况，2005，6，26

墨西哥官方标准SEMARNAT，和 PEMEX公司在200512月的低硫柴油公告http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines_2005_275.shtml

西亚，中东& 北非 - 柴油中的硫含量

国家	硫含量 (ppm)	内容
阿尔及利亚	900	非常甜的理由。没有计划进一步加工原油。
巴林	5,000 (500)	到2007年将进一步减少，存在一些低硫柴油
埃及	5,000	没有计划减低含量，标准为10000ppm
伊朗	5,000	标准为10000ppm
伊拉克	10,000	实际标准为25000ppm。没有计划
以色列	50	
约旦	9,000	实际标准为12000ppm。没有计划
科威特	3,500	实际标准为5000ppm。没有计划
黎巴嫩		没有信息
利比亚	1,000	标准大约为1500ppm
摩洛哥	10,000 (350)	在非常有限的范围内引入350ppm的低硫柴油
阿曼	5,500	实际标准为10000ppm。没有计划
巴勒斯坦	10,000	从约旦获得10000ppm的燃料
卡塔尔	5,000	
沙特阿拉伯	5,000	目前的标准为10000ppm。计划在2007年降到500ppm，在将来降到50ppm
叙利亚共和国	6,500	实际标准为7000ppm
北非的共和国	10,000	实际标准为10000ppm。将在2011年改变
阿拉伯联合酋长国	5,000	计划在2005年后期降到2500ppm，到2010年降到50ppm
也门	10,000	目前没有标准。国内原油有一点甜，但是出口。将在2010年改进
一共：19个国家		

参考：

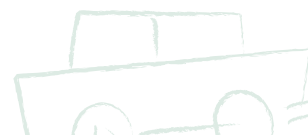
MW =迈克尔·沃什的全球清洁燃料概况，2005，6，26通过电子邮件送出的备忘录

IFQC =国际燃料质量中心，2005年7月

国家代表 = 以各个国家的代表2004年在贝鲁特召开的联合国环境规划署/清洁燃料和车辆伙伴关系工作会议上提供的信息为基础

摩拉克什伙伴关系会议，2005年三月

海湾新闻社



撒哈拉以南之非洲地区 - 柴油燃料中的硫含量

国家	硫含量 (ppm)	评论	来源
安哥拉	3000		弗莱德·塞克斯密斯
贝宁	5000	从象牙海岸和尼日利亚进口	清洁燃料和车辆伙伴关系在贝宁的会议
博茨瓦纳	500	由南非提供	
布基纳法索	5000		国家联络 (泽费林·欧德劳勾)
布隆迪	5000	从坦桑尼亚和肯尼亚进口	
喀麦隆	5000		国家标准/国家联络 (莫罗·尹沃)
佛得角			没有信息
中非共和国	3000-5000	从卡麦隆进口汽油	
乍得	5000	从卡麦隆和尼日利亚进口汽油	
科摩罗			没有信息
刚果 (布拉柴维尔)	10000	从国家联络得到的实际水平是1000ppm	弗莱德·塞克斯密斯/国家联络 (塞拉芬·易尔)
刚果民主共和国	3500		弗莱德·塞克斯密斯
科特迪瓦	5000		国家标准
吉布提	5000		没有信息
赤道几内亚	5000-8000	由卡麦隆和加蓬提供	
埃立特里亚	7000		弗莱德·塞克斯密斯
埃塞俄比亚	10000		弗莱德·塞克斯密斯
加蓬	8000	意图在2010年降到5000ppm	世界银行会议 (布鲁塞尔)
迦纳	5000		国家标准
几内亚	5000	由塞内加尔提供	
几内亚比索共和国	5000	由塞内加尔提供	
肯尼亚	10000-国内; 5000-进口	一个石油公司已经在进口2000ppm	国家标准
赖索托	500	由南非提供	
利比里亚	5000	由塞内加尔提供	
马达加斯加	5000		弗莱德·塞克斯密斯
马拉威	5000		国家标准
马利	5000	从塞内加尔进口	

毛利塔尼亚	5000		弗莱德·塞克斯密斯
毛里求斯	2500		弗莱德·塞克斯密斯
莫桑比克	5000		国家标准
纳米比亚	500	从南非进口	
尼日尔	10000		弗莱德·塞克斯密斯
尼日利亚	3000	实际水平为1330ppm	国家联络（阿密努·贾拉尔）
留尼汪岛			没有信息
卢旺达	5000	通过肯尼亚和坦桑尼亚进口	
圣多美和普林西比	3000		弗莱德·塞克斯密斯
塞内加尔	5000		国家标准/国家联络（易卜拉海玛·绶）
塞舌尔群岛			没有信息
塞拉利昂	5000	从塞内加尔进口	
索马里			没有信息
南非	500	2010年达50ppm.已经有50ppm 等级的	国家标准/国家联络（斯特沃德·热内尔）
苏丹	11000		石油公司联络（穆苏马-肯尼亚）
史瓦济兰	500	从南非进口	
坦桑尼亚	5000		国家标准
冈比亚	5000	从科特迪瓦进口	清洁燃料和车辆伙伴关系会议
多哥	5000	从科特迪瓦和尼日利亚进口	
乌干达	5000	通过肯尼亚和坦桑尼亚进口	
赞比亚	7500		国家标准
津巴布韦	5000	通过莫桑比克进口	
一共：49个国家			

参考：

弗莱德·塞克斯密斯：世界银行顾问，2005年5月

各个不同国家的标准和联络

联合国环境保护署/ 清洁燃料和车辆伙伴关系 2004 & 2005年资助的在贝宁，冈比亚的会议

世界银行2004年在布鲁塞尔，比利时，及2005年在达喀尔，塞内加尔召开的“在撒哈拉以南的非洲国家率先清洁空气”会议



中东欧和中亚 - 柴油燃料中的硫含量

国家	硫含量 (ppm)	评论	来源
阿尔巴尼亚	2,000/350	国内精炼厂的产品为2000ppm。进口为350ppm	消遣调查*
亚美尼亚	5,000	采用独联体305/82的标准 (俄罗斯产品国家标准) 2000ppm	
阿塞拜疆	2,000	采用独联体305/82的标准;两个精炼厂; 2005年把柴油中的硫物质降低到2000ppm, 2015年到500ppm	亚历山大汽油和石油公司
白俄罗斯	350	一个新的内部标准和1993年的欧洲标准 (EN 228:1993) 完全一样:从1993年9月开始执行, 但是燃料还没有完全遵守这个标准	经济事务部
波斯尼亚和黑塞哥维那	350	97-100%从邻国进口。国家标准为305ppm	消遣调查
保加利亚	350/50	从2007年1月开始国家标准将是50ppm。70%出售的柴油为50ppm。目前的国家标准为305ppm	消遣调查 2004报告年度
克罗地亚	50	打算在2009年采用欧盟指令2003/17/EC (10ppm)。克罗地亚的精炼厂现在还不能生产符合欧盟标准质量的燃料, 到2009年将更新技术生产这种燃料	消遣调查
塞浦路斯	50		
捷克共和国	50	2005年计划生产超低硫柴油(50ppm)	消遣调查
爱沙尼亚	50		消遣调查显示样品的中间值为175ppm
佐治亚	5,000	采用独联体305/82的标准	
保加利亚	10		消遣调查
哈萨克斯坦	5,000	采用独联体305/82的标准	亚历山大汽油和石油公司
吉尔吉斯斯坦	5,000	采用独联体305/82的标准	
拉脱维亚	50		消遣调查
立陶宛	50		消遣调查, 夏天的样品中间值为126.82, 而冬天为135.57
马其顿	2,000	国家的柴油标准为2000ppm。这个等级主要是靠进口	国家规范的消遣调查, 样品的最大值为1900
黑山共和国	50	从2006年1月1日起所有进口燃料要求符合欧盟标准	REC Survey
马尔他	50		
摩尔多瓦共和国	2,000	采用独联体305/82的标准	
波兰	50	国家标准为欧盟指令98/70/EC, 但实际为50ppm	消遣调查得出的国家标准为350, 而实际上是50ppm
罗马尼亚	350/50	Petrom 和 Rompetrol两家石油公司已经生产10ppm的低硫柴油。国家法律与欧盟指令98/70/EC(50ppm)一致。	消遣调查显示样品的中间值为246ppm
俄罗斯联邦	2,000/5,000	Lukoil石油公司为跨越欧洲和俄罗斯的卡车和公共汽车推出了Euro4 柴油产品(50ppm)。尽管5000ppm的柴油还在销售, 但是大多数的柴油燃料为2000ppm及更低	

塞尔维亚	10,000	国内精炼厂生产10000ppm的柴油及350ppm的“EKO”等级的柴油，Pancevo精炼厂还生产很小数量的50ppm柴油产品。进口有限数量的低硫柴油	消遣调查显示样品的中间值为6940ppm
斯洛伐克	10		消遣调查显示夏天样品的中间值为264.5ppm，冬天为262.9
斯洛文尼亚	50		消遣调查显示样品的中间值为263ppm
塔吉克斯坦	5,000	采用独联体305/82的标准	
土耳其	≤ 7,000 / 50	国家法律把柴油中硫的含量限制在350ppm，给予一个到2007年的柴油中硫物质最高含量为7000ppm的过渡期（2005年75%的市场容量）。2007-2009年，规定能够销售含硫10ppm的柴油燃料，给予一个50ppm的过渡期	消遣调查显示实际数为7000，2007年的目标为350
土库曼	5,000	采用独联体305/82的标准	土库曼政府
乌克兰	2,000	采用独联体305/82的标准	联合国经济委员会
乌兹别克斯坦	5,000	采用独联体305/82的标准	联合国经济委员会
一共：31个国家			

*除非另外指出，消遣调查的报告年度为2003年。

参考：

亚历山大汽油和石油公司 <http://www.gasandoil.com>

俄罗斯柴油燃料新闻文章，2003年5月12日 http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m0CYH/is_9_7/ai_102090268

土库曼政府 <http://www.turkmenistan.ru>

Lukoil 出版社2005年6月17日出版 http://www.lukoil.com/press_6_5div__id_21_1id_22357_.html

迈克尔·沃什，全球清洁燃料概况，2005，6，26通过电子邮件送出的备忘录

联合国经济委员会，www.unece.org

亚洲-太平洋 - 柴油中的硫含量

国家	硫含量 (ppm)	评论	来源
阿富汗	> 10,000	没有标准或正在进行的计划	迈克尔·沃什
孟加拉	5,000	欧洲1（2000ppm）标准正在被讨论之中	东南亚国家联盟石油理事会，迈克尔·沃什
不丹	2,500	无已知的计划	联合国环境署亚太办公室
文莱达鲁萨兰国	1,000		东南亚国家联盟石油理事会
柬埔寨	1,500	没有地图或正式的尾气标准	东南亚国家联盟石油理事会，迈克尔·沃什
中国	500	计划在2010年实行欧洲3 而且可能欧洲4标准	迈克尔·沃什，国家代表



中国，澳门	50	计划在2007年实行欧洲5 (10-15ppm)标准	迈克尔·沃什，东南亚国家联盟石油理事会
中国，台湾	100	计划在2010年实行欧洲4(50ppm)标准	东南亚国家联盟石油理事会，迈克尔·沃什
库克群岛			
朝鲜民主主义人民共和国			
斐济			
印度	500	计划在2010年实行欧洲3(350ppm)标准	东南亚国家联盟石油理事会，亚洲开发银行
印尼	2,000	目前为欧洲1(2000ppm)，计划在2010年以后实行欧洲3	
日本	50	计划在2007年实行欧洲5 (10-15ppm)标准	迈克尔·沃什
基里巴斯			
老挝人民民主共和国			
马来西亚	500	计划在2009-2010年实行欧洲4(50ppm)标准	亚洲开发银行，东南亚国家联盟石油理事会
马尔代夫			
马绍尔群岛			
密克罗尼西亚岛			
蒙古			
缅甸			
瑙鲁			
尼泊尔			
尼乌亚岛			
巴基斯坦	5,000	计划在2007年达到1000ppm	
巴伯儿图阿普群岛			
巴布亚新几内亚			
菲律宾	500	讨论在2010年实行欧洲4(50ppm)标准	
韩国	100	计划在2007年实行欧洲5 (10-15ppm)标准	东南亚国家联盟石油理事会，迈克尔·沃什
萨摩亚群岛			
新加坡	500	计划在2006年实行欧洲4(50ppm)标准	东南亚国家联盟石油理事会，WF，迈克尔·沃什
所罗门群岛			
斯里兰卡	2,000	现有标准，无降低的讨论	迈克尔·沃什

泰国	150	计划在2010年实行欧洲4(50ppm)标准	东南亚国家联盟石油理事会
东帝汶民主共和国			
托客劳群岛			
汤加王国			
瓦图卢			
瓦努阿图			
越南	500	计划在2010年达到150ppm	东南亚国家联盟石油理事会
一共：41 个国家			

参考：

迈克尔·沃什 =全球清洁燃料概况，2005，6，26通过电子邮件送出的备忘录
亚洲开发银行，2003

联合国环境署亚太办公室2001年发表的国家环境状况

东南亚国家联盟石油理事会，2004年哈特世界燃料会议

