

● 科普读物

碧水蓝天 雾霾治理

——炼油工业在行动

组编单位：中国化工学会



《中国化工信息》周刊



支持单位：中国石油和化学工业联合会





前言

近年来,我国雾霾天气时有发生,尤其中东部地区曾经长时间陷入严重的雾霾天气,甚至一度从华北到中部导致黄淮、江南地区出现了大范围的重度和严重污染。“雾霾困城”在全国许多城市愈演愈烈,大有成常态之势,成为引人注目的民生问题,引起全社会的关注。

那么,这不请自来的雾霾到底为何物?它从何而来?如何才能驱散?其中机动车排放又该承担怎样的责任?

据环保部 2015 年 4 月 1 日披露:我国已经完成了 9 个重点城市的大气污染源解析,其中“京、杭、广、深”等一线城市的大气雾霾的首要污染物来源是机动车;北京 PM_{2.5}来源中机动车排放占 31.1%,其中机动车排放的氮氧化物占排放总量的 56%。研究表明,机动车尾气中有 100 种以上化学成分,主要有二氧化硫(SO₂)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂),以及碳、锰等颗粒物(PM),大部分对光化学烟雾以及 PM_{2.5}的形成有贡献。其中 HC 主要包括烷烃、环烷烃、烯烃和芳烃,绝大多数属于挥发性有机污染物(VOCs)。

因此,汽车尾气必须经过处理后再排放,同时,提高汽柴油质量水平,这两点是雾霾治理的关键之一。新世纪以来,我国油品质量升级与国际接轨,从汽油无铅化到目前的国Ⅳ标准,用 10 余年时间走过了欧美国家 20~30 年走过的道路,油品质量已达中上等水平。在环保压力倒逼下,近年我国油品质量标准升级步伐进一步加快,中国石化、中国石油等主要炼油企业加大技改力度,积极实施炼厂升级改造和储运等设施的配套改造工作。2015 年 5 月,国家发展改革委决定启动第六阶段汽、柴油国家标准(国六)制订工作,力争 2016 年底颁布,并于 2019 年实施。我国油品升级工作正在快速、有序推进。

为了使大家更科学、客观地了解雾霾与机动车排放及与我国油品质量的关系,并走近炼油化工行业,看看他们为提高油品质量所做的切实有效的工作,中国化工学会与《中国化工信息》周刊联合制作了本科普专题宣传册——《碧水蓝天 雾霾治理——炼油工业在行动》,将从民众关心的众多方面问题入手,从化学化工科学的专业角度,深入解析雾霾与油品升级的一系列问题,以期帮助公众揭开雾霾的“神秘面纱”,正确认识雾霾与汽车、油品的关系,从“我”做起,从行业做起,为战胜雾霾,赢得我们宝贵的碧水蓝天而共同努力。





什么是雾霾? /1

雾霾是如何形成的? /2

雾霾是中国独有吗? /3

他山之石:美、英、日如何治理雾霾? /4

雾霾治理,炼油业如何应对? /6

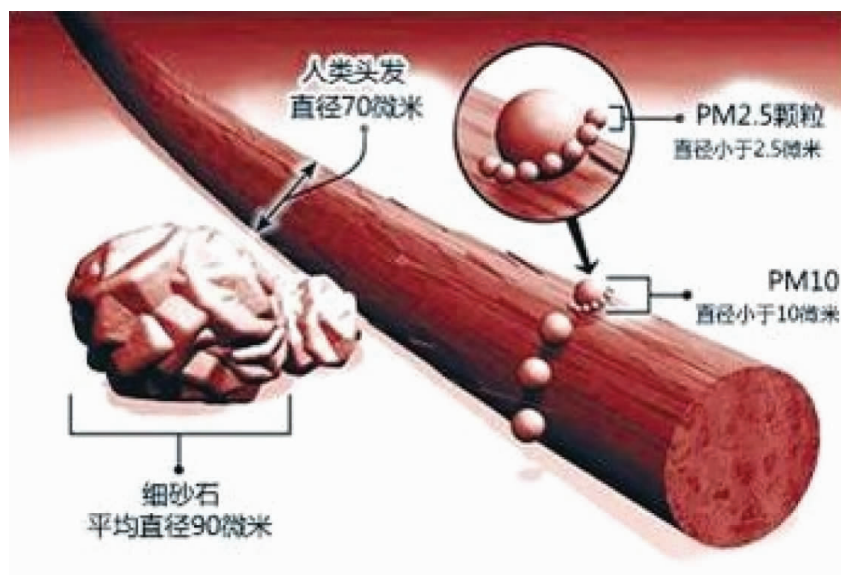
汽车排放控制,我们还能做什么? /10

>>>什么是雾霾？

雾是近地面空气中凝结的水汽；霾是指大量烟、尘等非水微粒均匀地悬浮在空气中，使水平能见度小于1公里的空气普遍混浊所形成的现象，并使远处光亮物略带黄、红色，黑暗物略带蓝色，气象学上称之为霾。

雾虽然以灰尘作为凝结核，但总体无毒无害。霾的核心物质是悬浮在空气中的细颗粒物、烟、灰尘等物质，细颗粒物（PM_{2.5}）容易直接进入人体下呼吸道或肺叶中，因此，过量吸入会影响健康。霾的组成成分非常复杂，目前所知的主要成分为硫酸盐、硝酸盐、铵盐、含碳颗粒（包括元素碳和有机碳，元素碳主要产生于高温燃烧过程，有机碳主要来自相对低温的燃烧过程）、重金属微粒等，这些有害物质大部分都富集在细颗粒物（PM_{2.5}）上。

雾霾是雾和霾的混合物。近期我国不少地区把雾与霾一起作为灾害性天气预警预报，统称为“雾霾天气”。



>>>雾霾是如何形成的？

雾霾常见于城市，是特定气候条件与人类活动相互作用的结果。高密度人口的经济及社会活动必然会排放大量细颗粒物（PM2.5），一旦排放超过大气循环能力和承载度，细颗粒物浓度将持续积聚，此时如果受静稳天气等影响，极易出现大范围的雾霾。雾霾的源头多种多样，比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘、垃圾焚烧以及餐饮油烟等等，雾霾天气通常是多种污染源混合作用形成的。但各地区的雾霾天气中，不同污染源的作用程度各有差异。

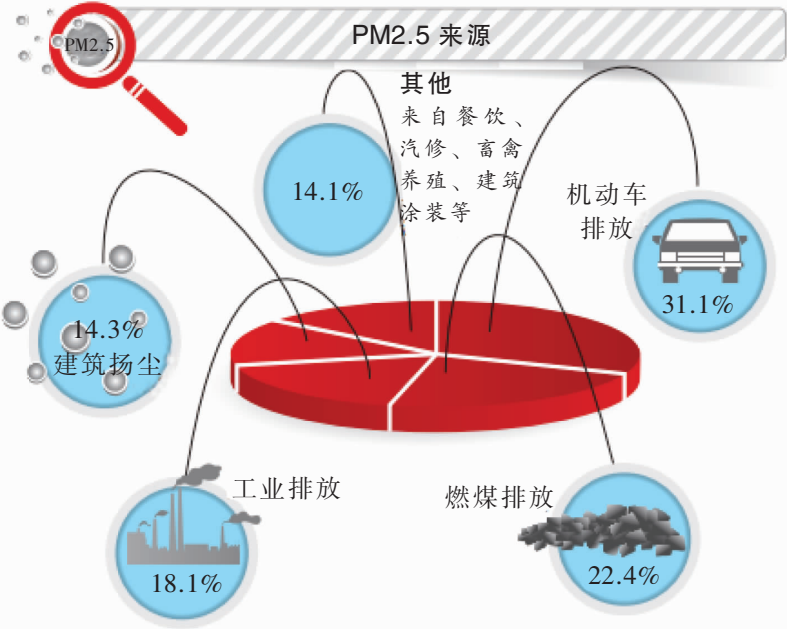
城市混合型雾霾（燃煤排放+汽车尾气）PM2.5 的形成以排放源一次排放的气体通过物理和光化学过程生成的二次粒子为主，直接排放的 PM2.5 很少。

一次排放是指燃煤与汽车等直接排放出的气态物质，主要有两类：（1）气态无机化合物如二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、氨气（NH₃）；（2）挥发性有机化合物如烹饪源的油烟型有机物、汽车尾气烃类有机颗粒物、周边输送的氧化型有机颗粒物等。

二次排放主要由三种途径构成：（1）无机盐途径：一次排放的气态 SO₂、NO_x 和 NH₃ 经过化学反应形成硫酸盐、硝酸盐和铵盐；（2）有机气溶胶途径：一次排放的挥发性有机物在大量 SO₂ 和 NO_x 的作用下发生反应，转化为二次有机气溶胶；（3）光化学烟雾途径：汽车尾气中的碳氢化合物和 NO₂ 排放入大气后，遇强烈阳光紫外线照射，原有的化学键活化，与 SO₂ 等反应生成含氮有机颗粒物等二次细颗粒物，形成以气溶胶、臭氧为代表的光化学烟雾。光化学烟雾主要为气态污染物，而雾霾则是大气细颗粒物，虽然两者物质形态不同，但是光化学烟雾最终生成大量的臭氧，增加了大气的氧化性，从而导致大气中的 SO₂、NO₂ 等被氧化，并逐渐凝结成

细颗粒物，从而增加了 PM2.5 的浓度。也就是说，光化学烟雾是雾霾的来源之一。

二次有机气溶胶的比表面积较大，能够富集各种无机盐粒子、重金属元素粒子和有机污染物，形成 PM2.5 细颗粒污染物；同时由于霾含湿度比较高，故PM2.5 细颗粒还可以附着细菌和病毒。



>>>雾霾是中国独有吗？

探究雾霾的前生今世，我们发现它并非中国特产，最早是出现在欧美工业发达国家。

七十多年前，雾霾首次出现在美国洛杉矶。从 1940 年起，美加州洛杉矶市夏至早秋的晴朗日子，有时会出现弥漫天空的黄色雾霾，使人咽喉疼痛、呼吸憋闷，还使松林枯死、柑橘减产；1943 年 7 月，正值二战，洛杉矶又遭到严重雾霾的袭击；1979 年 9 月，洛杉矶空气中臭氧含量超过 0.35ppm，临近“危险点”；1989 年秋天，雾霾笼罩洛杉矶市中心，能见度只有三个街区。

六十年前英国暴发了“伦敦烟雾事件”。从 19 世纪初到 20 世纪中的 100 多年间，伦敦在冬季常有空气污染，以 1952 年 12 月 5~8 日最为典型。短短 4 天里，重度雾霾笼罩伦敦，造成了著名的“伦敦烟雾事件”。

四十年前，东京也曾发生雾霾事件。1971 年，东京暴发的雾霾天气影响了一些学生的健康。当时东京机动车保有量超过 800 万辆。日本环保部门调查发现，东京主要污染物中 80% 是汽车排放的 CO、NO_x、HC。

因此，雾霾可以说是很多国家工业化发展过程中出现的环境污染造成的。中国雾霾的产生，也与工业的迅速发展密切相关。



>>>他山之石：美、英、日如何治理雾霾？

治理雾霾是一个长期的过程，美国、英国、日本等均在工业化出现雾霾之后，进行了长时间的持续努力，通过立法、产业结构调整、技术创新等全方位的努力，才又重获“蓝天白云”。

（一）美国洛杉矶光化学烟雾的治理

1. 出台《清洁空气法案》等系列法案

1955 年，美政府出台首部空气污染治理法案《空气污染控制法》；1963 年，国会通过《清洁空气法》；1970 年，修改后的《清洁空气法案》加强了对汽车排放废气的控制；1990 年，《清洁空气法案》再次修改，规定了更严格的机动车尾气排放标准；加州出台了比联邦政府还要严格的《污染防治法》。

2. 洛杉矶治理雾霾重点从汽车入手

基于 HC 和 NO_x 是形成雾霾的关键组分的认识，洛杉矶雾霾的治理主要从控制汽车排放入手，以减少氮氧化物的排放。1975 年通过立法要求汽车都安装尾气净化器；1994 年要求新出售的汽车安装“行驶诊断系统”，对机动车的工作状态进行实时监测，超标时可以及时阻止其运行并接受维修。

3. 不断提高汽油品质标准

禁止加入四乙基铅，不断降低汽油中硫和反应活性高的有机物（如烯烃、芳烃等）的含量。

通过 56 年的抗争与努力，洛杉矶已从烟雾蔽日恢复到现今的蓝天白云。

（二）英国伦敦对雾霾的治理

1. 1953 年起伦敦开始治理燃煤排放

1950 年代，伦敦通过对大气污染源进行分析，发现污染物主要来自工业及家庭燃煤。伦敦烟雾事件发生时，伦敦的烟尘最高浓度达 4460 微克/立方米，SO₂ 日平均浓度达到 3830 微克/立方米，1953 年起伦敦开始立法采取措施治理燃煤排放：

（1）划定“烟尘控制区”：区内的城镇只准烧无烟燃料，冬季采取集中供暖。到 1976 年，烟尘控制区的覆盖率在大伦敦地区已达到 90%；

（2）燃煤发电厂和重工业设施被迁至远郊外；

（3）推广使用无烟煤、电和天然气；煤炭占总能源比例从 1948 年的 90% 降到 1965 年的 27%，电和清洁气体燃料占 24.5%（后期天然气占比升到 36%），燃料油为 43%；市区和近郊区工业企业不准用煤和木柴作燃料，工业废气须净化达标后排出；从 1980 年起，煤炭仅限远郊工厂用，比例进一步减少到 5%；政府采用补贴的办法帮助居民改造燃具；

（4）大力发展监控技术，建立大气监测网：从 1961 年开始建立大气监测网，平均每小时对烟尘与 SO₂ 采样测量一次，每月测降尘量一次；

到 1975 年，伦敦空气质量有了显著改观，SO₂ 和黑烟的浓度 10 年内降幅超过 80%，伦敦的雾霾天数

已经从每年几十天减少到约 15 天。

2.1973 年起伦敦开始转向治理汽车排放

20 世纪 80 年代初，伦敦的机动车保有量已达 244 万辆，机动车尾气排放对大气的污染日趋严重，伦敦大气控制与治理的重点开始从控制燃煤逐步转向机动车污染控制。

(1) 陆续出台或修订了一系列法案：1974 年，政府颁布《污染控制法》，规定机动车燃料的组成，并限制了油品（用于机动车或壁炉）中硫的含量；1981 年出台《汽车燃料法》；1989 年出台《空气质量标准》；1991 年出台《道路车辆监管法》；1993 年出台《清洁空气法》，增加机动车尾气排放的规定；1997 年出台《国家空气质量战略》；1999 年出台《污染预防和控制法》和《大伦敦政府法》；伦敦大气污染治理的法律法规更加完善。

(2) 限制进城和在用轿车数量：2000 年起伦敦市提高停车费，各大公司的免费停车场一律改为收费停车场；2003 年起征收“拥堵费”，以缓解伦敦市中心的拥堵状况。

(3) 设计生产先进的环保型轿车，新车都加装尾气净化装置。

(4) 推行低污染排放区政策，促进老旧车辆减排：2008 年伦敦设立低污染排放区，在低污染排放区内行驶的车辆须达到一定的排放标准，否则会被征收费用；低排放区的准入门槛还不断提升，促进老旧车辆加装减排装置。

3.伦敦治霾成功共花了 60 年

伦敦从 1953 年起治理雾霾，1973 年前主要治理燃煤排放，包括移出燃煤电厂，治煤共花了 20 年；1973 年后开始重点治理汽车排放，2009 年车辆和汽柴油升级到欧 V，到 2013 年伦敦治霾取得切实成效，治车用时 40 年。伦敦治霾成功前后总计用时 60 年。

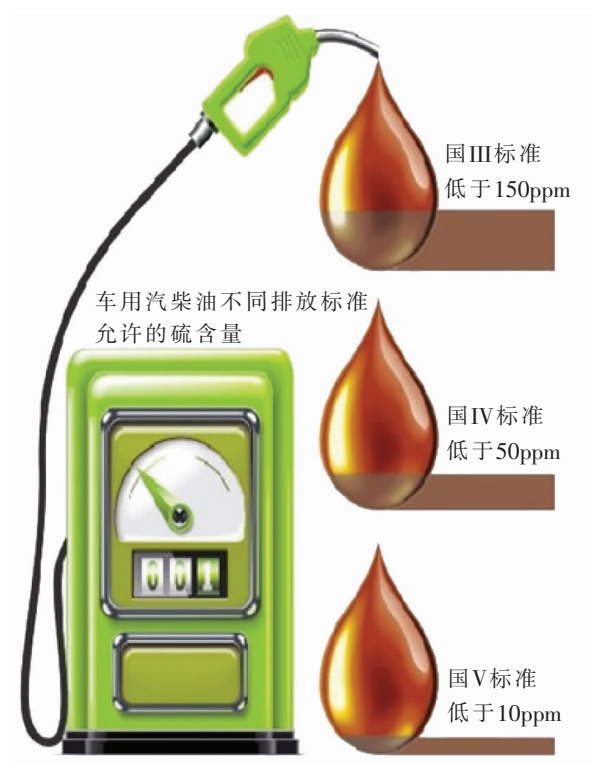
(三) 日本东京对雾霾的治理

1.东京治霾以严控汽车排放和疏解交通为主

(1) 建立控制汽车排放的标准及措施：1971 年出台《环境污染控制基本法》；1992 年出台《汽车氧化氮·碳氢颗粒法》；东京率先推进汽车安装转化器工程，排放标准和燃油品质向欧标看齐；市内几万辆出租车改用天然气。

(2) 东京大建地铁：拥有 20 条地铁线路，换乘仅需三四分钟。

(3) 高昂停车费减少汽车进城：东京路旁或大厦内时停车费 600~1500 日元（约合 30~80 元人民币），违章停车罚款 1.5 万日元（约合 800 元人民币），扣两分（日驾照 6 分）。



>>>雾霾治理，炼油业如何应对？

（一）不断提升的汽车排放标准需要相应品质汽柴油的支撑

近年来，我国汽车（内燃机）排放标准不断提升，经历了几个阶段：

1.国Ⅰ与国Ⅱ排放标准：我国从2000年起实施国Ⅰ排放标准；随后实施国Ⅱ标准。

2.国Ⅲ排放标准：相当于欧洲Ⅲ号的排放标准，不同的是新车必须安装一个车载自诊断系统（OBD），同时使用达到欧Ⅲ标准的油品；如2007年深圳规定2007年执行国Ⅲ排放法规，从2008年1月1日起，轻型汽油车需安装OBD。

3.2013年新车上牌实施国Ⅳ排放标准：我国2013年开始新机动车上牌实施国Ⅳ排放标准，大致相当于欧Ⅳ标准。

4.从2015年1月1日起全国范围内全面实施国Ⅳ排放标准。

汽车排放标准的不断提升呼唤相应品质汽柴油的供应。

（二）不断加速提升汽柴油品质

1.1999年起开始持续升级车用汽柴油品质

（1）淘汰含铅汽油：1999年北京淘汰了含铅汽油，2001年全国淘汰了含铅汽油，我国是全球淘汰含铅汽油最快的国家；

（2）我国用15年完成车用汽柴油国Ⅰ到国Ⅳ的升级：2000年起升级车用汽柴油品质，2015年初已经实现全国车用汽柴油国Ⅳ标准；2016年将提前实施国Ⅴ标准，同英国、日本一样，也用时16年。

2.发达城市先行地标Ⅴ车用汽柴油

北京2012年车用汽柴油达京标Ⅴ；上海2013年9月达到沪标Ⅴ；2013年11月江苏省沿江八市执行苏标Ⅴ。

（三）允许省级地方政府制定车用汽柴油标准

我国地方政府也有权制定汽柴油地方标准：（1）2007年北京市政府主持制定了京标Ⅳ车用汽柴油地方标准，2012年5月又制定了京标Ⅴ车用汽柴油地方标准，由北京市环保局牵头起草。其中京标Ⅴ汽柴油硫含量不超过10ppm，由燕山石化等中石化炼油企业和中石油炼油企业保障达标油品供应；（2）2013

年9月上海市开始执行自主制定的沪标V车用汽柴油标准；由上海石化、高桥石化、镇海炼化等企业保障达标油品供应；(3) 2013年11月江苏省沿江八市执行自主制定的苏标V车用汽柴油标准，达标油品主要由金陵石化、扬子石化保障供应。

(四) 我国国家车用汽柴油标准的制定过程

1. 中央政府负责管理全国汽柴油标准的制定

(1) 全国油标委起草标准文本，国家标准委审批发布执行；

(2) 全国油标委的组成：油品标准由“石油燃料和润滑剂标准化分技术委员会”（简称“油标委”）负责提出；委员中来自军队、质检、环保、汽车、院校及其他非炼油行业的委员20多名，来自中石化、中石油、中海油、延长石油等炼油行业的委员20多名，两部分约各占一半；

(3) 油标委的运行机制：一项标准的通过需要75%以上的委员同意；油品国V标准的通过率达到了83%；

(4) 制定车用汽柴油标准需要经过实证研究：全国油标委在提出技术指标之前均安排相关的实验研究及科学论证。

2. 国家油标委组织对提出的技术指标进行相关试验研究与论证

(1) 国III标准车用汽油组成和排放的验证研究

2000~2005年，中石化、清华大学、国家轿车质监中心、交通部公路试验场、欧洲中心实验室、广本、神龙、一汽大众承担国家“十一五”科技攻关课题“汽油、柴油合理组分及添加剂的研究”；进行了整车及发动机台架试验，试验车17部；试验油：烯烃16%~35%，芳烃25%~42%，硫含量150ppm，共17个油样；研究经费4040万元。耐久性试验的里程要求为8万公里。试验判据：《GB18352.3-2005 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（国III）》等。试验研究结果：欧III车辆，使用烯烃含量16%~35%、芳烃含量25%~42%、硫含量小于150ppm的汽油，排放结果能满足国III排放法规的要求。依此结果提出了国III汽油《GB17930-2006 车用汽油》的烯烃含量限值小于30%和芳烃含量限值小于40%的建议。

(2) 国IV标准燃油组成和排放的验证研究

2006~2010年，中石化、中石油、国家汽车质监中心、交通部公路试验场、欧洲中心实验室、丰田、大众、广本、通用承担完成国家“十一五”科技攻关课题“符合国家第四阶段排放要求的清洁燃料组成与排放的关系研究”；进行了整车及发动机试验，试验车30

部；试验油：烯烃 15%~30%，芳烃 35%~39%，硫含量 8.4ppm~100ppm，共 30 个油样；研究经费 5143 万元。耐久性试验的里程要求为 12 万公里。试验判据：《GB18352.3-2005 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（国 IV）》等。试验研究结果表明：欧 IV 车辆，使用烯烃含量 15%~28%、芳烃含量 36%~39%、硫含量小于 8.4ppm~57.6ppm 的汽油，排放结果能满足

国 IV 排放法规的要求。依此结果为国 IV 汽油标准《GB17930-2011 车用汽油》提供了技术支撑。

（3）国 V 标准燃油组成和排放验证研究

2012~2014 年，中石化、中石油、国家汽车质监中心、交通部公路试验场、欧洲中心实验室、丰田、大众、济南重汽检测中心等单位承担完成国家“十二五”科技攻关课题“符合国 V 排放要求的汽柴油组成与排放的关系研究”；进行了整车及发动机试验，试验车 25 部；试验油：烯烃 4.6%~23.5%，芳烃 17.4%~41.3%，硫含量 8.4ppm~100ppm，共 30 个汽油油样；研究经费 3957 万元。耐久性试验的里程要求为 16 万公里。试验判据：《GB18352.5-2013 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（国 V）》等。试验研究结果表明：欧 V 车辆，使用烯烃含量小于 24%、芳烃含量小于 40%、硫含量小于 10ppm 的汽油，排放结果能满足国 V 排放法规的要求。依此结果提出了国 V 汽油标准《GB17930-2013 车用汽油》的技术指标。

（五）我国炼油厂车用汽柴油质量达标的保障

1. 自检：炼油厂按照标准进行出厂把关检验；油品销售公司按照标准进行出库把关检验；

2. 政府抽检：由国家与地方质检部门定期采集市售车用汽柴油样品，进行是否达标的检测。

（六）在发展中缩小汽柴油标准中一些指标的差异

1. 进一步升级的必要性

实施国 V 标准后，燃油中仍含有微量硫和氮，虽经三元尾气催化转化处理，但是随着车辆不断增加，城市空气中汽车尾气 SO_x、NO_x 总量仍会有所增加。

2. 进一步升级的可能性

随着我国民众环保意识的不断提高、政府对空气污染的日益重视、炼油企业生产高品质汽柴油技术能力的提高以及我国社会经济实力的持续增长，进一步提升我国的汽柴油质量档次，全面赶上发达国家汽柴油品质将是可能的。

3. 各国车用汽油标准的一些指标存在一定的差异（见下表）



国家/地区	汽油中相关组分含量控制值%							
	苯	芳烃	烯烃	锰含量 (mg/L)	辛烷值 (不小于)	氧含量	硫含量 (ppm)	实施年代
美国	≤ 1	≤ 25	≤ 6-10	0	MON82、85、87 (折 RON93、95、97)	≤ 2	≤ 30	第 II 阶段 (2000)
美国	≤ 1	≤ 25	≤ 6-10	0	MON 87	≤ 2	≤ 10	2017 年 1 月 1 日起
欧洲	≤ 1	≤ 35	≤ 18	0	RON 95	≤ 2.3	≤ 10	欧 V (2009 年)
日本	≤ 1	≤ 42	≤ 10	0		≤ 2.7	≤ 50	清洁汽油 2005
中国	≤ 1	≤ 40	≤ 28	≤ 8	RON 90、93、97	≤ 2.7	≤ 50	国 IV 汽油 (2014)
中国	≤ 1	≤ 40	≤ 24	≤ 2, 不得人为加入	RON 89、92、95	≤ 2.7	≤ 10	国 V 汽油 (2016 底)
北京	≤ 1	≤ 60 (烯烃+芳烃)	≤ 25	≤ 6	RON90、93、97	≤ 2.7	≤ 50	京标 IV (2007)
北京	≤ 1	≤ 60 (烯烃+芳烃)	≤ 25	≤ 2, 不得人为加入	RON90、93、97	≤ 2.7	≤ 10	京标 V (2012)

——国 V 汽油标准首次规定了密度指标，其值为 20℃ 时 720~775kg/m³；

——国 V 汽油标准首次调整了蒸汽压：冬季蒸汽压下限提高到 45kPa (原 42kPa)；夏季蒸汽压上限降为 65kPa (原 68kPa)，规定广东、广西和海南全年执行夏季蒸汽压。

(1) 烯烃含量的差异：欧 V 为 18%，日本为 10%，并不与美国的 4% 看齐，这与各国炼油装置的结构有关，因为美国 FCC (催化裂化) 少而欧洲和日本 FCC 多；我国国 IV 为 28%，国 V 将降为 24%；

(2) 芳烃含量的差异：美国 25%，欧 V 为 35%，日本 42%，国 IV 为 40%；

(3) 硫含量的差异：美国 30ppm，欧 V 为 10ppm，我国国 IV 为 50ppm，国 V 为 10ppm，北京 2012 年已经达到 10ppm (京标 V)；

(4) 辛烷值标注形式的差异：美国汽油辛烷值采用 MON 的形式来标注，欧洲采用道路辛烷值；中国采用研究法辛烷值来标注汽油的牌号；

(5) 含锰辛烷值添加剂 MMT (甲基环戊二烯三羰基锰)：国 V 汽油不再允许人为加入 MMT。

4. 国 VI 汽油指标向世界前沿标准靠拢

预计我国车用汽柴油品质将进一步升级到国 VI 标准，国 VI 标准将会参照当今世界前沿的标准，其中车用汽油品质升级的重点将是进一步降低烯烃、芳烃含量；硫含量由于国 V 标准已经与欧 V 标准相当，已降至 10ppm，很难再大幅下降。

5. 柴油标准的改进重点

(1) 由双轨制转为硫外双轨制：尽快将普通柴油硫含量降到与国 IV 车用柴油相同水平；目前，普通柴油硫含量标准为每升 350 毫克，与国 IV 车用柴油的 50 毫克相差很多；

(2) 缩短普通柴油品质的提档间隔并加大销售点监管力度。

6. 国家标准委动向

国家标准委意向尽快启动第六阶段车用汽油、车用柴油等油品质量系列国家标准的修订工作；中国工程院院士、国家石油产品和润滑剂标准化技术委员会主任曹湘洪此前表示，将力争在 2020 年左右使汽柴油质量全面达到国外先进水平，彻底消除指标上的差异；目前来看，这一目标有可能提前实现。

7. 实施方式

炼厂技术改造和新建烷基化、异构化等装置需筹集大量资金，选择或开发相关技术及工程设计与施工都需时间，也不可能全面同步启动改造工程，可能仍采用由点及面、逐步实现区域同质，最终达到全国同一标准的方式。

国家汽柴油标准制定需要多听取社会意见，建议设立社会贤达参与的咨询委员会。

>>>汽车排放控制，我们还能做什么？

治理汽车尾气排放与车、油、路均有关，所以需要车、油、路联动治理我国的汽车排放。

（一）汽车（内燃机）排放标准——东部大城市纷纷加入国 V 排放标准阵营

北京严格汽车排放，已率先实施国 V 排放标准。北京汽车排放标准的执行历史为：（1）国 I 排放标准：执行期 1983~2002 年，主要针对黄标车；（2）国 II 排放标准：执行期 2002 年 8 月~2005 年，主要是为了奥运会的举行；（3）国 III 排放标准：执行期 2005 年 12 月~2008 年，要求新车安装 OBD；（4）国 III、IV 排放标准：执行期 2008 年 3 月~2013 年 1 月，期间国 III、国 IV 车并行销售，到 2008 年 3 月北京停售国 III 车辆；（5）国 V 排放标准：2013 年 3 月 1 日实施国 V 排放标准；（6）国 VI 排放标准：2016 或 2017 年实施国 VI 排放标准，目前，北京已进入排放标准制定的论证阶段。

2014 年 4 月，上海加入实施国 V 排放标准的阵营。上海市实施国 V 标准的车辆主要是两大类：一类是总质量小于 3500 千克的轻型汽油车，另一类是公交、环卫、邮政用途的重型柴油车。目前，上海已进入第 VI 阶段排放标准制定的论证阶段。

广东省 2015 年 3 月起实施国 V 排放标准。其中轻型汽油车：珠三角自 3 月 1 日起实施，粤东西北自 2015 年 7 月 1 日起实施；重型柴油车：珠三角的公交、环卫、邮政行业自 2015 年 7 月 1 日起实施。

（二）汽车排放控制技术——机内净化加机外净化

1. 汽油车排放控制主要通过两种措施

- （1）机内净化；
- （2）机外净化：尾气净化加装三元催化转换器（TWC）+车载自动诊断系统（OBD）。

2. 重型柴油车排放控制

我国重型柴油车排放的氮氧化物总量约占汽车总排放量的 68%，排放的颗粒物占总量的 78%。其尾气处理包括以下技术路线：

（1）EDD 路线（EGR 废气再循环+DPF/DOC 颗粒捕集器/氧化型催化转化器）：EGR 废气再循环方式因降温燃烧而减少 NO_x 的生成量，尾气中因采用 EGR 而增加的 PM 再通过 DPF（diesel particulate filter）加以捕集，同时用 DOC 定期再生 DPF；

（2）优化燃烧+SCR 路线：先经优化燃烧减少 PM 生成，同时允许 NO_x 生成量有所增加，然后通过选择性催化还原（SCR）降低因优化燃烧而产生的 NO_x 排放量，从而达到同时降低 NO_x 和 PM 的效果。如戴姆勒公司 2005 年在卡车中采用 SCR 法，符合欧 IV 标准。

(3) 装备 OBD

如东风汽车 DFA1080S12D3 重型柴油载货汽车装有 OBD (型号 16Cummins); 一汽集团 CA1043PK45L2E4 重型柴油载货汽车装有 OBD (型号 OBD1+DENSO01)。

在国家公布的 2014 年第三批达国Ⅳ排放标准的重型柴油车目录中, 体现出两条技术路线:

(1) 东风汽车 DFA1080S12D3 重型柴油载货汽车: 采用优化燃烧+SCR 路线: 发动机 ISB3.9-125E40A (东风康明斯), 喷油泵 HP3, 喷油器 G3AM, 增压器 HE200WG (无锡康明斯涡轮增压公司), SCR 排气处理器 (型号 SCR010, Cummins), SCR 系统尿素计量泵 (型号 CUDS1, Cummins), NO_x 传感器 (型号 NB1500, Cummins)。

(2) 一汽集团 CA1043PK45L2E4 重型柴油载货汽车: 采用 EDD 路线 (EGR 废气再循环+DPF/DOC 颗粒捕集器/氧化型催化转化器): 发动机 CA4DD1-13E4R (一汽公司), 喷油泵型号: HP3, 喷油器型号: G2, 增压器 JP60S (康跃科技公司); EGR (型号 BD31SSC, 博格华纳汽车), POC (POC 为部分流式 DPF, 型号 1209010-90D, 一汽集团); DOC (型号 1209010-90D, 一汽集团)。

(三) 路——道路交通管理措施需同步到位, 管好上路的车

北京作为近年雾霾频发的重灾区, 在道路交通治理上下了很大力气:

第一, 严管黄标车。北京的黄标车数量多排放量大, 截至 2014 年, 北京有国 I 及以下汽柴油车约 39 万辆, 占全市 560 万辆机动车保有量的 7%, 而一辆黄标车的排放量大约相当于 12 辆小汽车的排放量。为此, 北京严格管理黄标车上路, 并逐步淘汰黄标车。先淘汰国 I 黄标车, 国 I 车辆淘汰后, 国 II 汽柴油车也将面临控制排放的压力。据统计, 截至 2014 年, 北京有国 II 汽柴油车 58 万辆。

第二, 限行与限号。禁止不达标柴油重卡和郊区农用车进城; 城市设立限行区和实行车辆限号上路, 以减少拥堵导致的汽车怠速排放。

第三, 对路上柴油车排放进行动态检测, 动态检测严查上路的无 SCR 和脱硝液的柴油车。

(四) 油——我国新一轮成品油提质路线图公布

国家发改委等七部门 2015 年 4 月 28 日印发《加快成品油质量升级工作方案》, 决定参考国际先进水平并结合我国实际, 加快油品标准升级。

1. 举措一: 东部提前一年实施国 V 车用汽柴油标准

(1) 实行国 V 车用汽柴油标准: 2016 年 1 月 1 日起从原定京津冀、长三角、珠三角重点城市扩大到整个东部地区 11 省市实行国 V 车用汽柴油标准, 比原计划的 2017 年 1 月 1 日提前 1 年;

(2) 供应国 V 标准车用汽柴油: 2016 年 1 月 1 日起供应东部 11 省市国 V 标准车用汽油、E10 汽油、车用柴油、B5 生物柴油; 比原计划的 2017 年 1 月 1 日提前 1 年; 东部用油从国 I 升级到国 V 共用时 16





年；这一决策有利于实现重点区域联防治霾。东部的 11 个省市为北京、天津、上海、河北、辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东和海南，均为发达地区，汽车保有量大。

2. 举措二：全国提前到 2016 年底供应国 V 车用汽柴油标准

国务院 2015 年 4 月 28 日决定：2017 年 1 月 1 日起全国全面供应符合国 V 标准的车用汽油（含 E10 乙醇汽油）、车用柴油（含 B5 生物柴油）；同时停止国内销售低于国 V 标准的车用汽、柴油；将全国供应国 V 标准车用汽、柴油的时间由原定的 2018 年 1 月 1 日提前了 1 年。

3. 举措三：全国普通柴油品质升级加速

国务院 2015 年 4 月 28 日决定：（1）普通柴油升级为国 IV 并在东部 2016 年初先用：2016 年 1 月 1 日起东部重点城市供应与国 IV 车用柴油相同硫含量的普通柴油；（2）国 IV 普通柴油后年全国采用：2017 年 7 月 1 日起，全国全面供应国 IV 标准普通柴油，同时停止国内销售低于国 IV 标准的普通柴油；（3）2018 年 1 月 1 日起，全国供应与国 V 标准车用柴油相同硫含量的普通柴油，停止国内销售低于国 V 标准普通柴油。

4. 举措四：完善成品油标准

国务院 2015 年 4 月 28 日决定：（1）发布普柴强制性国标：2015 年 6 月底前发布新的普通柴油强制性国家标准；（2）发布国 V E10 和 B5 标准：尽快发布第五阶段车用乙醇汽油标准（E10）、车用乙醇汽油调和组分油及生物柴油调和燃料（B5）标准；（3）出台船用燃料油强制性国标：2015 年底发布船用燃料油强制性国家标准。

5. 举措五：启动制订国 VI 车用汽柴油国标

（1）国 VI 车用汽、柴油国家标准提到议事日程：国家发展改革委决定启动第六阶段车用汽、柴油国家标准（国 VI）制订工作，力争

2016 年底颁布，并于 2019 年实施；

（2）北京、上海等将提前实施国 VI 车用汽柴油标准。

为支撑我国的成品油质量升级，炼油企业的保供任务重大：（1）2015 年 10 月 31 日前：东部地区保供炼油企业应具备生产国 V 标准车用汽油、车用柴油的能力；（2）2016 年 10 月 31 日前：全国保供炼油企业应具备生产国 V 标准车用汽油、车用柴油的能力。

为此，我国炼油企业面临严峻的技术升级任务：（1）国 V 汽油关键生产技术：催化汽油深度脱硫：建吸附脱硫、选择性加氢脱硫装置；增产高辛烷值组分：建催化重整及芳烃抽提、烷基化、异构化、轻汽油醚化、MTBE 及其脱硫装置；（2）国 V 车用柴油关键生产技术：深度脱硫和改质，建柴油加氢精制、柴油加氢改质等装置；（3）完善制氢与环保配套设施：提高硫磺回收能力、配套烟气脱硫脱硝除尘设施、增加制氢能力并降低低成本等。另外，为调动炼油企业升级改造积极性，中央财政将对炼油企业成品油质量升级改造贷款给予贴息支持，企业应抓紧升级改造项目的及时申报，同时配合做好环评、土地、节能、稳评、安评等前期工作。

指导专家 洪定一
杨元一
责任编辑 吴 军
路元丽
宫艳玲



中国化工学会 www.ciesc.cn

北京市朝阳区安定路33号B座7层

邮箱: admin@ciesc.net.cn

电话: 010-64441885, 传真010-64411194



《中国化工信息》周刊

北京市朝阳区安定路33号B座2层

邮箱: ccn@cncic.cn

电话: 010-64444035