

# 《车用柴油环保技术要求》

## 北京市地方标准

### 编制说明

标准起草组

2021年4月

# 《车用柴油环保技术要求》北京市地方标准 编制说明

## 一、任务来源、起草单位、协作单位和主要起草人

### （一）任务来源

为从源头上减少北京市机动车排放污染，改善首都大气环境质量，全力做好重大活动空气质量保障工作，北京市生态环境局依据《中华人民共和国大气污染防治法》和《北京市大气污染防治条例》有关规定，按照市政府有关工作部署，会同北京市市场监督管理局，组织开展了北京市第六阶段车用柴油地方标准《车用柴油》（DB11/239-2016，以下简称“京 6a”）的修订工作。为此，北京市生态环境局在 2019 年申请开展了《北京市下一阶段机动车用油品标准研究项目》（编号：1941STC60695），联合中国石油化工集团有限公司（以下简称“中石化集团公司”）、中国石油天然气集团有限公司（以下简称“中石油集团公司”），组织中国汽车技术研究中心有限公司（以下简称“中汽中心”）、北京市标准化研究院、中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院（以下简称“中石化石科院”）、中国石油集团石油化工研究院有限公司（以下简称“中石油石化院”）联合开展标准修订研究。项目以国家和北京市第六阶段车用柴油地方标准为基础，结合我国石油炼化工艺，广泛参考国外标准经验，通过技术分析、指标论证、工艺研究和大量车油适配性试验，研究车用柴油主要技术指标对机动车排放特性的影响规律和特征，分析不同组分调和油品的生产工艺和可行性，旨在形成能够符合本市实际情况、大气污染防治工作需要和炼化工艺水平的新版车用柴油标准（以下简

称“京 6b”)。2021 年 3 月 30 日,北京市市场监督管理局印发《2021 年北京市地方标准制修订项目计划(第一批)》(京质监发〔2021〕19 号),正式将《车用柴油环保技术要求》列为地方标准制修订一类项目(项目编号:20211101)。

## (二) 起草单位

中国汽车技术研究中心有限公司、北京市标准化研究院、中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院、中国石油集团石油化工研究院有限公司。

## (三) 协作单位和主要起草人

待定。

## 二、制定标准的必要性和意义

近年来,在全市上下的共同努力下,北京市主要大气污染物浓度大幅度下降,PM<sub>2.5</sub>浓度进入“30+”,蓝天“含金量”不断提高,市民蓝天获得感、绿色幸福感明显增强。在移动源污染防治方面,北京市生态环境局从车、油、路等环节入手,综合运用法治、经济、技术和行政手段,制定出台《北京市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例》,累计制修订 30 余项地方标准,建立较为完善的监管执法体系,取得了积极成效,为破解移动源污染防治这一世界大城市共性难题贡献了北京方案。针对油品质量这一决定移动源排放水平的关键因素,北京市在 2004 年、2005 年、2008 年、2012 年、2016 年,连续出台第二、第三、第四、第五和第六阶段的油品地方标准,不断加严车用油品的环保指标。北京市目前执行的第六阶段柴油标准中的部分指标已严于欧洲柴油标准(EN 590)。此外,北京市还是全国唯一强制要求在车用

柴油中添加清净剂的城市，可以有效清除发动机燃烧产生的积碳，保持车辆出厂时的原有排放水平，从源头减少机动车污染排放。

但是，北京市大气环境质量距离中央要求、群众期盼仍有差距，尤其是在完成 2022 年北京冬奥会空气质量“达标承诺”方面仍有较大压力。其中，移动源污染防治问题仍然日益凸显。在全市工业企业“治停退”和平原地区“无煤化”的良好态势下，北京市机动车保有量仍然持续上升，车用汽柴油消耗总量占全市能源消耗总量比例仍在上涨，移动源污染占全市大气污染排放比例不断提高。目前，北京市机动车保有总量已达到约 650 万辆，本地大气 PM<sub>2.5</sub> 排放贡献中移动污染源占比最大，高达 45%，其中柴油车排放占比达 32%。同时，移动源 NO<sub>x</sub> 排放占比高达 78%，其中柴油车排放占比达 80% 以上。因此，减少移动源排放污染是改善首都大气环境质量、做好 2022 年冬奥会空气质量保障工作的关键手段之一。形势要求移动源污染防治工作继续攻坚克难。

油品质量是决定机动车排放水平的关键要素，优质燃油是车辆清洁排放的重要保障和基础。国内外研究结果表明，车用柴油中多环芳烃含量与车辆颗粒物、氮氧化物排放等呈现明显正比例关系，柴油馏程与重质组分含量、燃油清洁水平和排放水平有明显关联。因此，京 6b 柴油标准的主要目标，就是降低柴油中多环芳烃含量和馏程，减少柴油中的重质组分。标准升级后，将全面严于欧洲现行柴油标准，部分指标大幅领先，引领国内石油炼化工艺发展。通过供应更加清洁的汽柴油，将会明显降低北京市机动车排放污染，将对改善大气质量贡献重要力量。

### 三、主要工作过程

2019年6月27日，北京市生态环境局正式启动《北京市下一阶段机动车用油品标准研究项目》，开展了国内外标准调研，实施了车油适配性试验，并先后组织召开了9轮技术研讨会。具体会议讨论情况如下：

（一）2019年8月30日，北京市生态环境局组织召开了“油品标准修订启动会暨第一次技术研讨会”，中汽中心、中石化集团公司科技部、中石油集团公司科技管理部科技管理部、中石化石科院、中石油石化院、燕山石化公司等参加会议。会议介绍了国内外现行车用汽油和车用柴油标准指标、本次标准修订背景及指标升级重点，并针对重点指标开展了第一次技术研讨。

（二）2020年5月13日，北京市生态环境局分别向中石化集团公司、中石油集团公司正式致函《关于商请共同开展进一步加严北京市车用油品相关指标研究项目的函》（京环函〔2020〕125号），根据前期各方研讨结果，提出了京6b车用柴油技术要求和试验方法（草案）。

（三）2020年6月11日、7月20日，北京市生态环境局分别组织召开标准修订第二次、第三次技术研讨会。会上，各有关单位进行了技术会商，对具体指标范围进行了深入研讨。

（四）2020年10月30日，北京市生态环境局在组织召开了“油品标准修订工作车油适配性试验启动会”。会议针对北京市车用油品标准升级工作广泛听取标准化管理部门、科研院所、石油化工企业、整车制造企业和发动机生产企业意见。参会单位围绕多环芳烃、馏程等重点指标范围展开了讨论，来自各行业的专家、

学者和企业代表均充分发表了意见。

（五）2021年2月22日、2月26日，北京市生态环境局分别组织召开了标准修订第四次、第五次技术研讨会。会上，介绍了京6b柴油车油适配性试验进度，并围绕多环芳烃等指标进行了技术会商。

（六）2021年3月12日，北京市生态环境局组织召开标准修订第六次技术研讨会。会上，介绍了车用柴油修订研究项目中的10台柴油车（机）的车油适配性试验结果，并就具体指标范围进行了进一步研讨。

（七）2021年3月24日，北京市生态环境局组织召开标准修订第七次技术研讨会。会上，对京6b柴油的相关指标初步达成统一思路。

（八）2021年4月1日，北京市生态环境局组织开车用油品标准第九次技术研讨会。会议综合介绍了前期所有车油适配性试验的结果。参会各方充分发表了意见，经过深入讨论，最终对京6b柴油相关指标基本达成一致意见。

#### **四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系**

##### **（一）法律依据**

《中华人民共和国环境保护法》第十六条第二款规定，“对国家环境质量标准中已作规定的项目，可以制定严于国家环境质量标准的地方环境质量标准”。《中华人民共和国大气污染防治法》第十三条规定，“制定燃油质量标准，应当符合国家大气污染物控制要求”。《北京市大气污染防治条例》第七十八条规定，

“市环境保护行政主管部门会同市质量技术监督部门制定本市车用燃料标准”。《北京市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例》第十四条规定，“本市推广使用优质的机动车、非道路移动机械用燃料”。

## （二）编制原则

本标准依据《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》《北京市大气污染防治条例》《北京市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例》等法律起草。标准内容严格依据 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的有关要求。以京 6a 车用柴油标准技术指标为基础，参考美国加利福尼亚州新配方柴油标准（CaRFG phase 2& phase3）和欧 VI 车用柴油标准（EN 590）技术指标要求，以降低机动车排放为根本目标，综合考虑国内石化行业的炼制能力，科学合理地制定能够满足北京下一阶段排放标准的车用柴油环保技术要求。

## （三）与现行标准的关系

本标准在编制过程中主要参考了现行国家标准《车用柴油》（GB19147-2016）和北京市地方标准《车用柴油》（DB11/239-2016），并充分考虑北京市实际状况和国内石油炼化水平制定。其中主要环保指标严于现行国家标准和北京市地方标准，其余指标保持相同。本标准与我国现行的法律、法规无冲突。此外，车用汽油强制性国家标准与本标准相协调。

## 五、主要条款和技术指标的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

## （一）本标准技术要求和试验方法

综合国内外的车用燃油标准发展情况，并结合我国以及北京市实际情况，在各成员单位的研究和反复论证下，经过与有关部门协调最终确定京 6b 车用柴油技术要求和试验方法（见表 1）。

表 1 车用柴油的技术要求和试验方法

项目	质量指标					试验方法
	5 号	0 号	-10 号	-20 号	-35 号	
氧化安定性，总不溶物 <sup>a</sup> , mg/100mL	不大于 2.5					SH/T 0175
硫含量 <sup>b</sup> , mg/kg	不大于 10					SH/T 0689
酸度（以 KOH 计），mg/100mL	不大于 7					GB/T 258
10%蒸余物残炭 <sup>c</sup> , % (质量分数)	不大于 0.3					GB/T 268
灰分, % (质量分数)	不大于 0.01					GB/T 508
铜片腐蚀（50℃, 3h），级	不大于 1					GB/T 5096
水分 <sup>d</sup> , % (体积分数)	痕迹					GB/T 260
机械杂质 <sup>d</sup>	无					GB/T 511
运动粘度（20℃），mm <sup>2</sup> /s	2.5~7.5		2.0~7.5		1.5~6.5	GB/T 265
凝点, °C	5	0	-10	-20	-35	GB/T 510
冷滤点, °C	8	4	-5	-14	-29	SH/T 0248
闪点（闭口），°C	60			55		GB/T 261
十六烷值	51			49	47	GB/T 386
十六烷指数	不小于 46					SH/T 0694
馏程:						GB/T 6536
50%馏出温度, °C	不高于 293					
90%馏出温度, °C	不高于 340					
95%馏出温度, °C	不高于 350					
多环芳烃, % (质量分数)	不大于 5					SH/T 0606
润滑性 <sup>a</sup>						SH/T 0765
校正磨斑直径, μm	不高于 460					
密度 <sup>e</sup> （20℃），kg/m <sup>3</sup>	810~845			800~840		GB/T 1884、 GB/T 1885
脂肪酸甲酯 <sup>a</sup> , % (体积分数)	不大于 0.5					GB/T 23801

<sup>a</sup>为保证质量，应每月检测一次。在原油性质变化，加工工艺条件改变，调合比例变化及检修开工后等情况下应及时检验。

<sup>b</sup> 可用 GB/T 11140、NB/SH/T 0842 方法测定，结果有争议时，以 SH/T 0689 方法测定结果为准。

<sup>c</sup> 若柴油中含有硝酸酯型十六烷值改进剂，10%蒸余物残炭的测定，应用不加硝酸酯的基础燃料进行。柴油中是否加有硝酸酯型十六烷值改进剂的检验方法见 GB 19147。也可用GB/T 17144 方法测定。结果有争议时，以 GB/T 268 方法为准。

<sup>d</sup> 可用目测法，即将试样注入 100mL 玻璃量筒中，在室温（20±5℃）下观察，应当透明，没有悬浮和沉降的水分及机械杂质。结果有争议时，按 GB/T 260 或 GB/T 511 测定。

<sup>e</sup> 可用 SH/T 0604 测定，结果有争议时，以 GB/T 1884、GB/T 1885 方法测定结果为准。

## （二）本标准与京 6a 标准（DB11/ 239-2016）的主要技术指标的差异

1. 修改了馏程 50%馏出温度，由“不高于 300℃”加严为“不高于 293℃”；

2. 修改了馏程 90%馏出温度，由“不高于 355℃”加严为“不高于 340℃”；

3. 修改了馏程 95%馏出温度，由“不高于 365℃”加严为“不高于 350℃”。

4. 修改了多环芳烃含量，由“不大于 7%（质量分数）”加严为“不大于 5%（质量分数）”；

5. 修改了密度（20℃），由“5 号、0 号、-10 号为 820 kg/m<sup>3</sup>～845kg/m<sup>3</sup>”修改为“5 号、0 号、-10 号为 810 kg/m<sup>3</sup>～845kg/m<sup>3</sup>”；

6. 删除附录 A 中“机械杂质”指标，增加“总污染物含量”指标，为“不大于 24mg/kg”，并符合 GB/T 33400 的测试方法。

具体差异详见表 4（不含“机械杂质”）。

表 2 本标准与 DB11/ 239-2016 的主要技术要求对比

标准名	DB11/239-2016	本标准
50%馏出温度, °C 不高于	300	293
90%馏出温度, °C 不高于	355	340
95%馏出温度, °C 不高于	365	350
多环芳烃含量, % (质量分数) 不大于	7	5
密度 <sup>o</sup> (20°C), kg/m <sup>3</sup>	820-845 (5号、0号、-10号)	810-845 (5号、0号、-10号)

具体指标详细说明如下:

### (1) 馏程

馏程是保证柴油在发动机燃烧室里迅速蒸发、汽化和燃烧的重要指标。馏程指标通常选取50%馏出温度 (T50)、90%馏出温度 (T90) 及95%馏出温度 (T95)。T50越低, 说明柴油中轻馏分越多, 柴油机易于启动。而T90和T95越低, 说明柴油中的重馏分越少, 挥发性有所改善, 且十六烷值减小, 滞燃期有所延长, 有利于柴油机增加预混燃烧比例, 使得预混燃烧阶段放热率快速且集中, 此外在高速柴油机中不能及时蒸发和燃烧, 造成燃烧室结焦并导致排放的碳烟和颗粒增加。

所以应尽可能降低柴油中的馏程, 建议由京VI阶段的“50%馏出温度不高于300°C”加严为“50%馏出温度不高于293°C”, 建议由京VI阶段的“90%馏出温度不高于355°C”加严为“90%馏出温度不高于340°C”; 建议由京VI阶段的“95%馏出温度不高于365°C”加严为“95%馏出温度不高于350°C”。

## (2)多环芳烃

多环芳烃是指分子中含有两个或两个以上苯环的碳氢化合物，缩写为PAHs。车用柴油标准中所述的多环芳烃是指除单环芳烃以外的带有双环及双环以上的芳烃，主要为萘类、蒽类、蒽烯类以及三环以上的芳烃等。多环芳烃在其生成、迁移、转化和降解过程中，通过呼吸道、皮肤、消化道进入人体，毒性很大，对中枢神经、血液作用很强，尤其是带烷基侧链的PAHs，对粘膜的刺激性及麻醉性极强，极大地威胁着人类健康。此外多环芳烃也会引起暴露于太阳光中紫外光辐射时的光致毒效应。PAHs很容易吸收太阳光中的可见光(400-760nm)和紫外光(290-400nm)，同时暴露于 PAHs和紫外光照射会加速具有损伤细胞组成能力的自由基的形成。综上多环芳烃具有很强的化学致畸、致癌和致突变作用，因此有必要限制柴油中多环芳烃的含量。

多环芳烃(PAHs)是PM生成的重要前驱物，且其本身具有毒性及致癌性，所以应对其含量进行严格控制。柴油中的多环芳烃经过燃烧后会以气相和颗粒固相两种形式出现在排气中。多环芳烃含量的降低会降低缸内的燃烧温度，导致NO<sub>x</sub>排放降低，如图1左所示，而多环芳烃含量的降低同时也会降低PM排放，如图1右所示。此外，多环芳烃含量的降低也会降低DPF的再生频率，如图2所示，可降低DPF再生所需的燃油量，且延长了DPF的使用寿命。

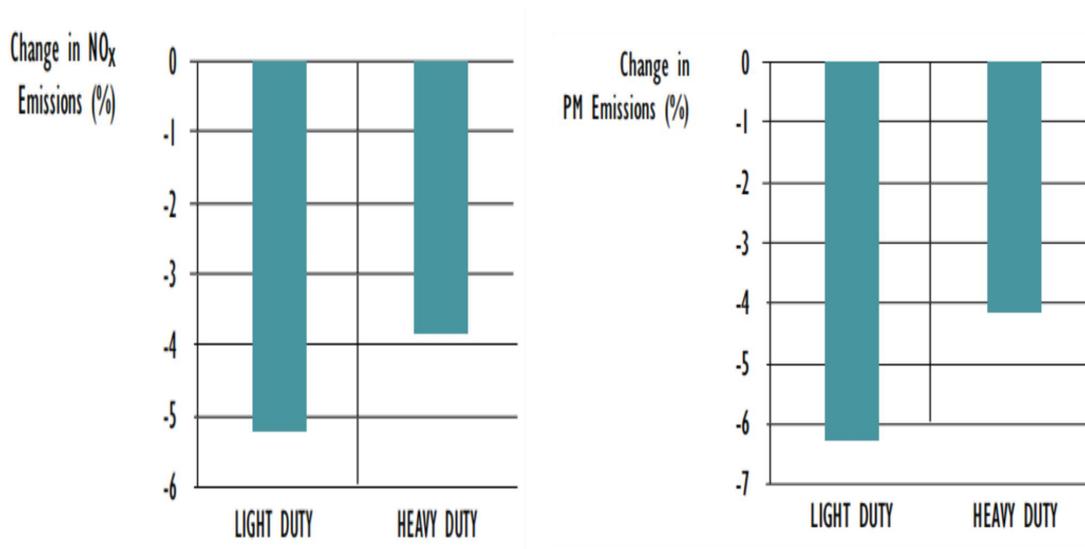


图 1 柴油多环芳烃含量对 NO<sub>x</sub> 和 PM 排放的影响

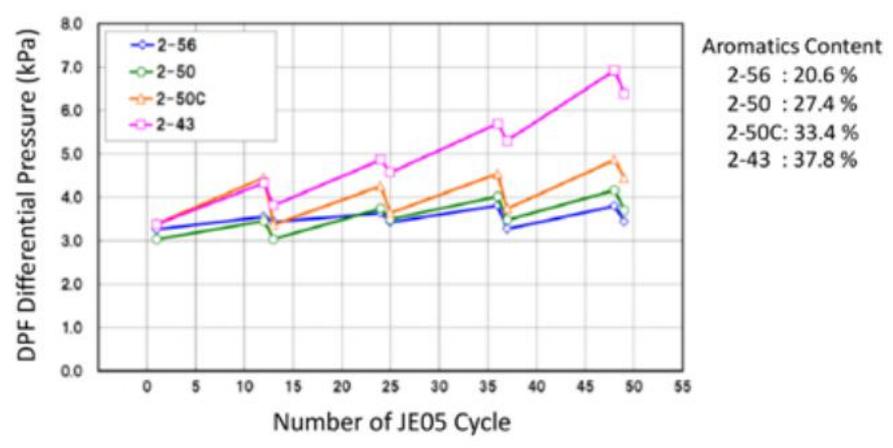


图 2 柴油多环芳烃含量对 DPF 前后压差变化的影响

所以应尽可能降低柴油中的多环芳烃含量，建议由京VI阶段的“多环芳烃含量不大于7%（质量分数）”加严为“多环芳烃含量不大于5%（质量分数）”。

### (3)密度

密度是指在规定的温度下，单位体积内所含物质的质量。柴油密度是油品性能的一个重要指标，它不仅关系到油品交接、储运过程的计量问题，同时也会对柴油的雾化和排放性能产生一定

程度的影响。一般情况下，随着柴油密度增大，油品黏度也会随之增大，从而影响柴油的雾化性能，使燃烧性能劣化，导致柴油经济性的下降和工作状态不稳定。但如果柴油密度过低，则会造成油品黏度下降，热值下降，从而导致油耗增加。因此对于柴油的密度应该有一个合理的适宜范围。

当车用柴油的 50%馏出温度和 90%馏出温度限值适当下降后，会引起油品密度的下降，所以应适当降低柴油中的密度（20℃）下限值，并与国 VI 柴油标准保持一致，保持密度（20℃）上限值不变。所以建议由京 VI 阶段的“5 号、0 号、-10 号为 820 kg/m<sup>3</sup>~845kg/m<sup>3</sup>”修改为“5 号、0 号、-10 号为 810 kg/m<sup>3</sup>~845kg/m<sup>3</sup>”。

#### **(4) 机械杂质和总污染物含量**

本标准删除了京 6a 标准附录 A《B5 车用柴油的技术要求和试验方法》中的“机械杂质”指标。主要是考虑到此项指标已不符合现阶段油品质量检测要求。同时，GB 19147（车用柴油）和 GB 25199（B5 柴油）在修订过程中均删除了此项指标，并相应增加了“总污染物含量”指标。为与国家标准保持一致，参照欧洲柴油标准（EN 590）中总污染物含量测试方法（EN 12662），将此指标删除，并增加“总污染物含量”指标，并符合 GB/T 33400 要求，为“不大于 24mg/kg”。

### **(三) 车油适配性试验结果分析**

#### **1. 试验发动机和整车情况**

京 6b 车用柴油的车油适配性试验由中石油集团公司提供试验所需柴油。北京福田康明斯发动机有限公司、上海柴油机股份有限公司、中国重汽集团、东风商用车有限公司、山东汽车制造

有限公司、五十铃（中国）发动机有限公司、南京依维柯汽车有限公司分别向项目提供了 5 辆试验用国 6 标准柴油整车和 5 台国 6 标准柴油发动机，车辆情况如表 3 所示。

表 3 车油适配性试验车队构成

重型柴油发动机				
试验发动机 编号	额定功率 (kW)	额定转速 (r/min)	发动机 排量(L)	有无 EGR
发动机 1	88	3200	2.8	是
发动机 2	170	22300	6.4	是
发动机 3	360	1900	11.8	否
发动机 4	338	1900	12.9	否
发动机 5	382	1800	15.7	是
重型柴油车				
试验车辆编 号	最大设计 总质量(kg)	车辆类型	发动机 排量(L)	发动机类型
车辆 1	4495	货车 N2	2.3	4 缸直列（增压中冷）
车辆 2	16000	货车 N3	4.1	4 缸直列（增压中冷）
车辆 3	18000	货车 N3	5.0	4 缸直列（非增压）
车辆 4	48830	牵引 N3	12.5	4 缸直列（增压中冷）
车辆 5	31000	自卸 N3	7.5	4 缸直列（增压中冷）

针对以上 5 台重型柴油发动机开展了净功率试验、WHTC 瞬态试验循环和 WHSC 稳态试验循环试验，目的是考察发动机动力性、

经济性以及主要污染物排放水平，具体参照 GB/T 18297-2001《汽车发动机性能试验方法》和 GB17691-2018《重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》的要求进行相关试验。

针对以上 5 辆重型柴油车进行了油品切换前后的整车转鼓油耗及排放测试，所有试验均严格按照 GB17691-2018《重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》进行，每辆测试车辆每项试验进行三次试验，试验结果为三次试验平均值。

配制试验油的相关指标如表 4 所示。

表 4 2 种试验用油的主要指标

项目		京 6a	京 6b
馏程	50%馏出温度, °C	256.6°C	257.5°C
	90%馏出温度, °C	341.5°C	316.5°C
	95%馏出温度, °C	357.6°C	335.0°C
多环芳烃含量, % (质量分数)		4.7	1.8
密度 (20°C), (kg/m <sup>3</sup> )		839.5	831.2
十六烷值		52.1	52.8

## 2. 试验结果

### (1) 重型柴油发动机净功率试验结果分析

**比油耗：**柴油指标加严后，馏程降低，轻组分比重提高，更易于燃油的雾化、混合和燃烧，燃烧更加完全，燃烧效率更高，同时十六烷值升高，柴油滞燃期缩短，燃烧速率加快，做功更加充分，因此导致比油耗降低。5 台不同排量发动机在油品加严前后的外特性点比油耗均呈下降趋势，结果如图 3 所示，可知加权

平均比油耗下降 0.68mg/kW·h，平均下降比例达到 1.43%。

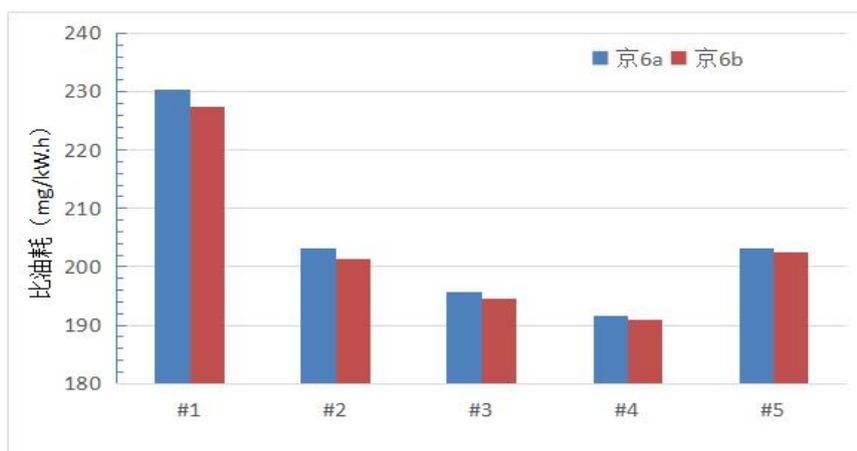


图3 柴油指标加严前后不同排量发动机的外特性点比油耗变化

**一氧化碳 (CO) :**柴油指标加严前后不同排量发动机在 WHTC 和 WHSC 循环下的 CO 比排放变化分别如图 4 所示。数据显示，5 台不同排量发动机在分别运行冷热态 WHTC 和 WHSC 循环的 CO 的比排放变化趋势不同，分别为增加 9.38mg/kW·h 和下降 3.23mg/kW·h，平均比例为增加 8.97%和下降 25.69%，但为限值的 0.23%和 0.21%。因此，燃油指标加严后，对国六柴油发动机的 CO 排放影响较小。

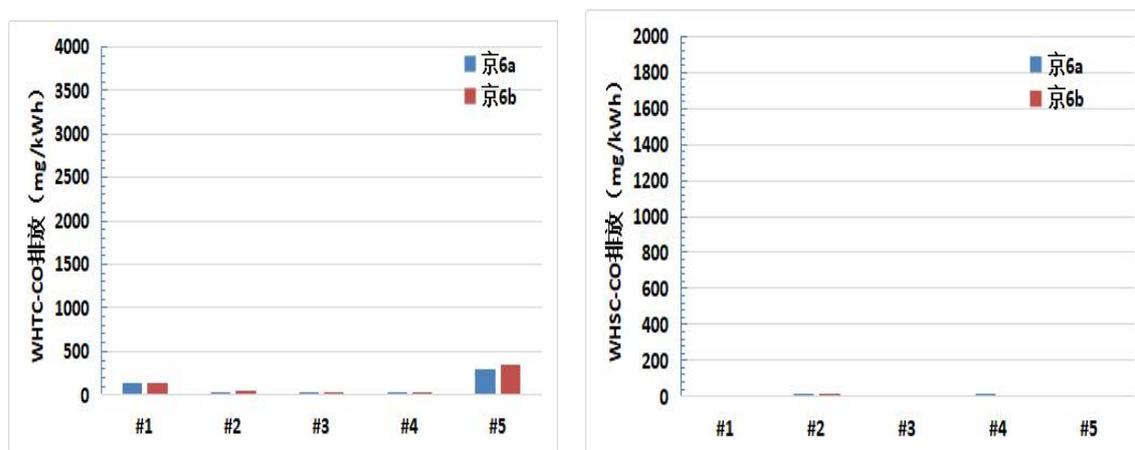


图4 柴油指标加严前后不同排量发动机的 WHTC 和 WHSC 循环的 CO 比排放变化

**碳氢化合物（THC）：**柴油指标加严前后不同排量发动机在 WHTC 和 WHSC 循环下的 THC 比排放变化如图 5 所示。可知，不同排量发动机在运行 WHTC 和 WHSC 时 HC 比排放整体均呈下降趋势，降低的平均值分别为 0.44mg/kW·h 和 0.43mg/kW·h，平均降幅分别为 13.10%和 26.42%。但距离限值均有很大裕度，实际降幅仅为限值的 0.28%和 0.33%。因此，燃油指标加严后，对国六柴油发动机的 THC 排放影响较小。

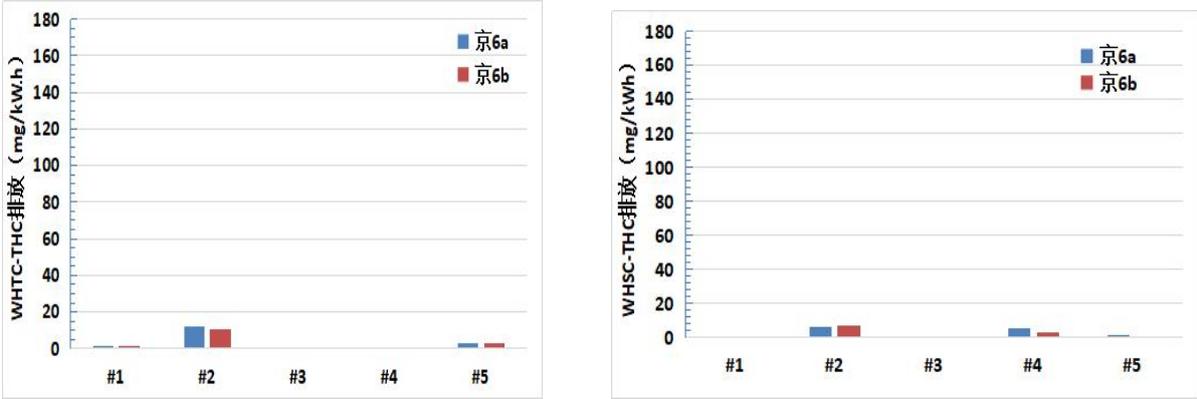


图 5 柴油指标加严前后不同排量发动机的 WHTC 和 WHSC 循环的 THC 比排放变化

**氮氧化物（NO<sub>x</sub>）：**柴油指标加严前后不同排量发动机在 WHTC 和 WHSC 循环的 NO<sub>x</sub> 比排放变化如图 6 所示。可知 5 台不同排量发动机在分别运行冷热态 WHTC 和 WHSC 循环的 NO<sub>x</sub> 比排放均呈明显下降趋势，平均降幅分别为 7.74%和 16.43%，分别下降了 22.77mg/kW.h 和 24.97mg/kW.h，分别为限值 4.95%和 6.24%。因此，燃油指标加严后，可显著降低国六柴油发动机的 NO<sub>x</sub> 排放水平。

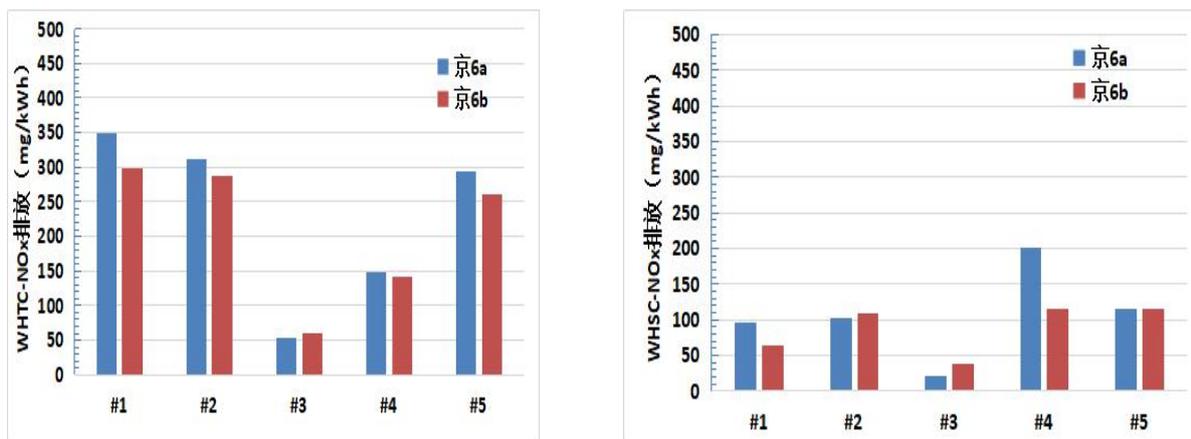


图 6 柴油指标加严前后不同排量发动机的 WHTC 和 WHSC 循环的 NOx 比排放变化

**颗粒物(PM):**柴油指标加严后不同排量发动机在 WHTC 和 WHSC 循环 PM 比排放变化如图 7 所示。可知 5 台不同排量发动机在运行 WHTC 和 WHSC 时 PM 排放整体呈明显下降趋势，平均降幅分别为 9.61%和 28.75%，分别下降了 0.27mg/kW.h 和 0.56mg/kW.h，分别为限值 2.7%和 5.6%。因此，燃油指标加严后，可显著降低国六柴油发动机的 PM 排放水平。

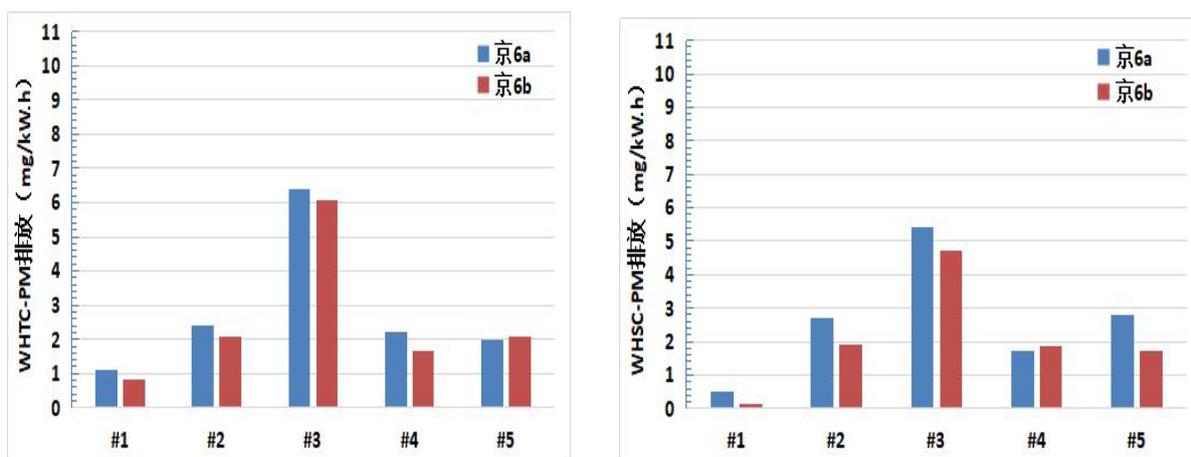


图 7 柴油指标加严前后不同排量发动机的 WHTC 和 WHSC 循环的 PM 比排放变化规律

**颗粒数量 (PN)** :柴油指标加严前后, WHTC 和 WHSC 循环 PN 比排放变化如图 8 所示。不同排量发动机在运行 WHTC 和 WHSC 时 PN 排放整体呈明显下降趋势, 平均降幅分别为 **18.20%**和 **9.36%**, 分别下降了  $2.91 \times 10^{10}$  个/kWh 和  $1.55 \times 10^{10}$  个/kWh, 分别为限值 **19.33%**和 **12.44%**。因此, 燃油指标加严后, 可显著降低国六柴油发动机的 PN 排放水平。

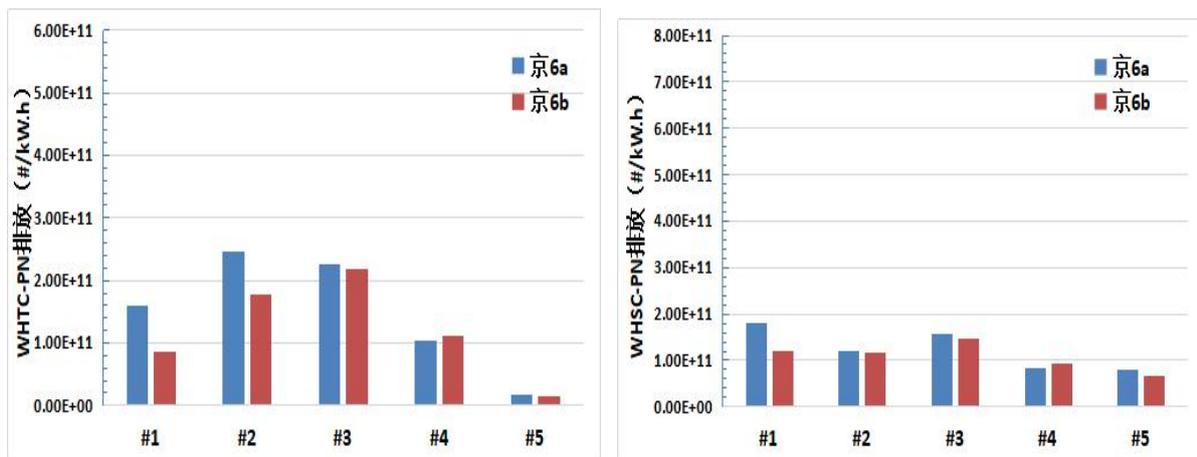


图 8 柴油指标加严前后不同排量发动机的 WHTC 和 WHSC 循环的 PN 比排放变化规律

## (2) 重型柴油车转鼓油耗和排放试验

由于满足国六阶段排放标准 (GB 17691-2018) 的重型整车的颗粒物排放水平较低且称重误差较大, 以 PN 为指标可更准确的反映颗粒物的排放水平, 所以国六阶段排放标准未将 PM 列入限制指标, 将 PN 作为强制性指标并规定限值要求。柴油指标加严前后不同车型主要污染物 NO<sub>x</sub> 和 PN 排放的变化规律如图 9 所示。可知 NO<sub>x</sub> 和 PN 排放均表现为明显的降低趋势。NO<sub>x</sub> 排放的平均下降比例为 **30.68%**, 平均降幅为 31.18mg/kW·h, 为限值的 4.51%; PN 排放的平均下降比例为 **33.90%**, 平均降幅为  $6.27 \times 10^{10}$  #/kW·h, 为限值的 5.22%。数据表明, 柴油指标加严后可以显著降低 NO<sub>x</sub> 和 PN 排放水平。

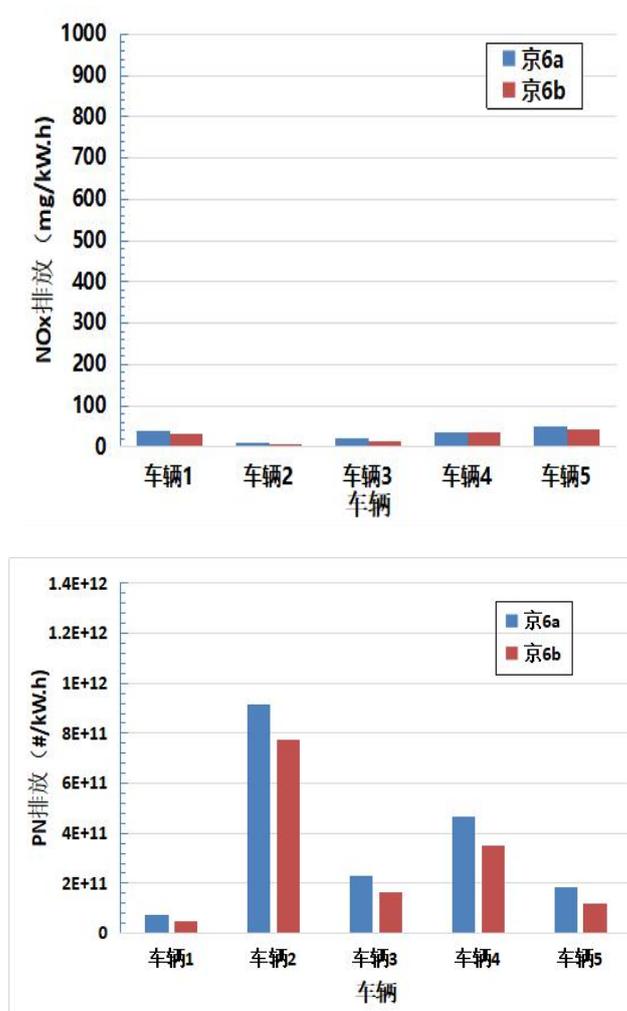


图9 柴油指标加严后整车转鼓试验中 NOx 和 PN 排放的变化规律

进一步分析不同整车转鼓在城市、城郊和高速各工况下，柴油油品加严前后的 NOx 和 PN 的变化如图 10 所示，数据表明，NOx 和 PN 排放的降低则主要来自于城市工况，分别平均下降比例为 75.04%和 47.75%。

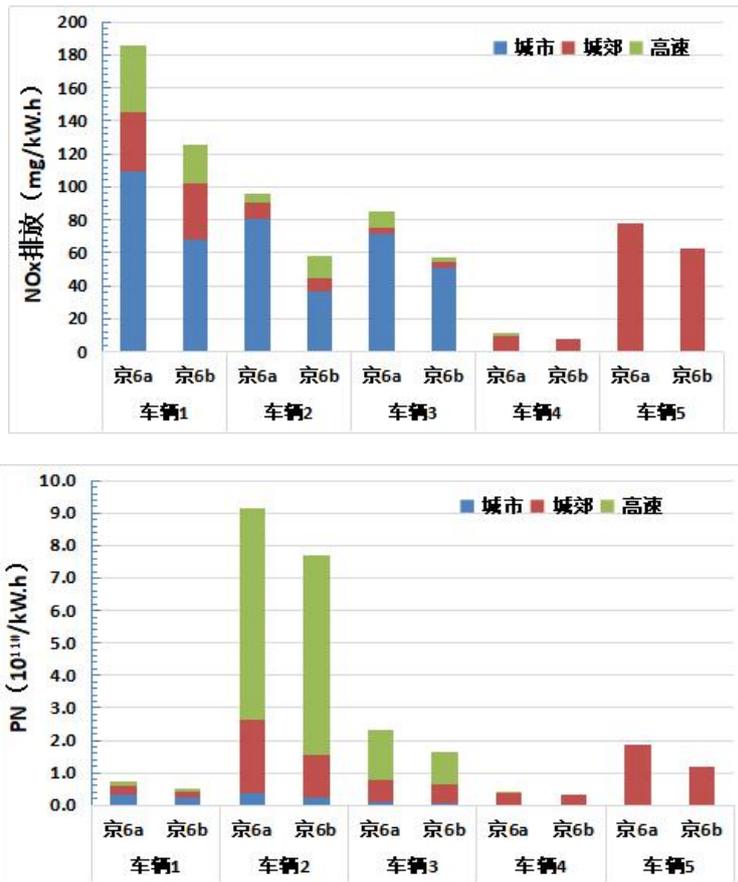


图 10 整车转鼓在城市、城郊和高速工况下 CO、NOx 和 PN 排放变化

**油耗变化:** 项目组还研究了柴油指标加严后对不同重型整车的油耗变化影响如图 11 所示。结果表明，车用柴油指标加严后，不同车型的整车转鼓油耗略有下降，油耗平均降幅为 0.12L/100km，平均下降比例为 0.45%。

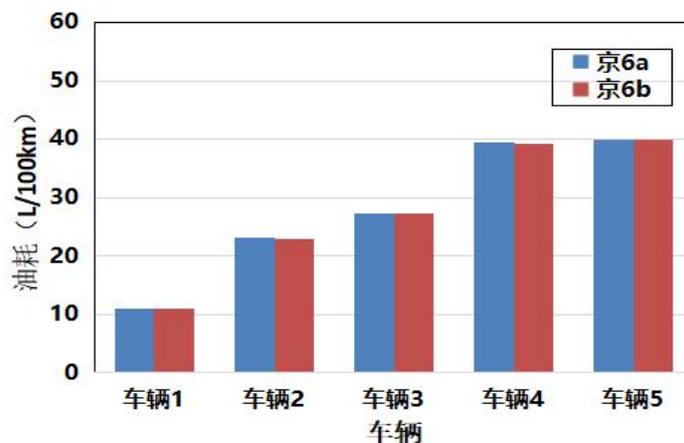


图 11 柴油指标加严后整车转鼓试验油耗的变化规律

综上所述，柴油指标加严后，重型柴油发动机的机外特性比油耗呈下降趋势，平均降幅为 1.43%；在 WHTC 和 WHSC 循环下的 CO 和 HC 排放虽然均呈现出下降趋势，但绝对值变化较小；NO<sub>x</sub> 排放下降趋势明显，平均降幅为 30.68%，主要来自城市工况，降幅达 75.04%。PN 排放下降趋势同样十分明显，平均降幅为 33.90%，主要来自城市工况，降幅为 47.75%。此外，整车油耗略有下降，平均下降比例为 0.45%。

#### （四）技术实现潜力

通过对 2019 年-2020 年北京市场上 91 批次（65 批次 0#，26 批次-10#）柴油进行抽检分析可知：

50%馏出温度：范围在 241.0-281.0℃之间，其中 91 批次不高于 293℃，占 100%；

90%馏出温度：范围在 296.2-340.4℃之间，其中 82 批次不高于 340℃，占 90.1%；

95%馏出温度：范围在 314.7-359.6℃之间，其中 80 批次不高于 350℃，占 87.9%；

多环芳烃含量：范围在 0.3%-7%（质量分数）之间，其中 61 批次不高于 5%，占 67.0%；

密度（20℃）（5 号、0 号、-10 号）：范围在 816.6-840.2kg/m<sup>3</sup> 之间，其中 91 批次在 810-845kg/m<sup>3</sup>，占 100%；

可以看出，京 6b 柴油相比于现行京 6a 柴油修改的各项指标技术实现难度不大，现有工艺技术基本可以满足要求。

## 六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准重大意见和分歧具体处理依据和结果见主要条款说

明和主要技术指标论述。

## 七、与国内外同类标准水平的对比情况说明

京 6b 车用柴油标准编写以北京市第六阶段车用柴油标准技术指标为基础，参考了美国加利福尼亚州柴油标准和欧 VI 车用柴油标准（EN 590）技术指标。

### 1. 国外相关标准情况

自 2000 年开始，国外在车用柴油质量标准升级重点主要集中在硫含量、十六烷值和多环芳烃含量等方面。从欧洲车用柴油标准的发展历程可以看出，自 2000 年开始，欧洲在实施不同阶段的汽车排放法规的过程中，首先是不断降低柴油中的硫含量。欧盟从欧 II 阶段起规定车用柴油中硫质量分数不得超过 500mg/kg，2000 年开始推行欧 III 阶段进一步降低到 350 mg/kg，2005 年开始实施的欧 IV 阶段继续降低到 50 mg/kg 以下，2009 年实施的欧 V 阶段最终降低到 10 mg/kg 以下，并沿用到 2013 年实施的欧 VI 阶段。欧 II 阶段柴油十六烷值不低于 49，欧 III 阶段规定十六烷值不低于 51，欧 IV 阶段标准中规定柴油十六烷值不低于 58，而实际执行则仍为不低于 51，在随后的欧 V 和欧 VI 阶段，十六烷值的下限一直被规定为 51，未再进行调整。从欧 III 阶段开始，欧盟开始限制柴油中的多环芳烃质量分数，欧 III 和欧 IV 阶段，该限值均为 11%，欧 V 和欧 VI 阶段，多环芳烃含量限值下降至 8%。此外，不断增加生物柴油的允许加入量，2013 年欧 VI 柴油增加了 B7 生物柴油，即在之前允许柴油中添加 5% 脂肪酸甲酯（FAME）的基础上将添加量扩展到 7%。这一变化体现出了可再生燃料的不断发展的趋势。生物柴油的使用一方面可以

减少某些常规污染物的排放量，另一方面可以降低各国对石油资源的依赖。

从日本车用柴油标准（JIS-K-2204）的发展历程可以看出，1992年日本要求柴油硫质量分数低于5000mg/kg，1996年降至2000mg/kg，1997年降至500 mg/kg，是最先要求将柴油中硫的质量分数降低到500 mg/kg的亚洲国家，2005年实施的柴油标准硫含量降至50mg/kg，2007年实施的柴油标准硫含量要求车用柴油中的硫含量不大于10mg/kg。日本在2005年实施的柴油标准中对柴油的总芳烃含量和多环芳烃含量均没有要求。

## 2. 国内标准情况

从我国不同阶段车用柴油标准（GB 19147）发展历程可以看出，我国在1995年6月1日实施的GB 252-1994中规定硫含量不超过2000 mg/kg，到国V阶段（GB 19147-2013）中硫含量的限值已下降到10 mg/kg。在国I和国II阶段，我国柴油共分为七个等级，10号，5号，0号，-10号，-20号，-35号，-50号，且不同等级柴油十六烷值有所不同，从国III开始，我国柴油等级分为六级，5号，0号，-10号，-20号，-35号，-50号，其中5号，0号，-10号柴油十六烷值为49，-20号，-35号柴油十六烷值为46，-50号柴油十六烷值为45，到国V阶段，我国柴油等级仍分为六级，但其中5号，0号，-10号柴油的十六烷值提高为51，-20号，-35号柴油的十六烷值提高为49，-50号柴油的十六烷值提高为47，并沿用至国VI阶段。从国III首次规定柴油中多环芳烃含量限值，且不大于11%，到国VI阶段规定多环芳烃含量不大于7%。

北京市作为我国的政治和文化中心，机动车保有量一直居全国城市首位，面对着巨大的环保压力。2004年6月15日北京市质量技术监督局发布了车用柴油地方标准（DB 11/239-2004），并于2004年10月1日起在全市范围内实施。此后本市油品标准持续领先一至两个阶段，分别在2005年、2008年、2012年和2016年出台第三（京III）、四（京IV）、五（京V）、六阶段（京VI）的油品地方标准，持续加严柴油的主要环保指标。柴油标准加严从源头上降低了机动车移动源的排放总量，以京V向京VI柴油过渡为例：重型柴油车PM和NO<sub>x</sub>排放分别削减9.1%和4.6%，为改善本市大气环境质量具有重大意义。不同阶段主要指标变化如表5所示。

表5 北京市不同阶段车用柴油的主要指标要求变化

项目	京II	京III	京IV	京V	京VI
发布时间	2004.6	2004.6	2007.7	2012.5	2016.10
执行时间	2004.10	2005.7	2008.1	2012.5	2017.1
氧化安定性，总不溶物，mg/100mL 不大于	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
硫含量，mg/kg 不大于	500	350	50	10	10
酸度（以KOH计），mg/100mL 不大于	7	7	7	7	7
10%蒸余物残炭，%（质量分数）不大于	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
灰分，%（质量分数）不大于	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
铜片腐蚀（50℃，3h），级 不大于	1	1	1	1	1
运动粘度（20℃），	3.0~8.0（5#.0#）/ 2.5~8.0（-10#.-20#）/	3.0~8.0（5#.0#）/ 2.5~8.0（-10#.-20#）/	3.0~8.0（5#.0#）/ /2.5~8.0（-10#.-20#）/	2.5~7.5（5#.0#）/ 2.0~7.5（-10#.-20#）/	2.5~7.5（5#.0#）/2.0~ 7.5（-10#.-20#）/

mm <sup>2</sup> /s	1.8~7.0 (-35#)	1.8~7.0 (-35#)	1.8~7.0 (-35#)	1.3~6.5 (-35#)	1.5~6.5 (-35#)
凝点, °C 不高于	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35
冷滤点, °C 不高于	8/4/-5/-14/-29	8/4/-5/-14/-29	8/4/-5/-14/-29	8/4/-5/-14/-29	8/4/-5/-14/-29
闪点(闭口), °C 不低于	55	55	55	55	60 (5#.0#.-10#) / 55 (-20#.-35#)
十六烷值 不小于	49 (5#.0#.-10#) / 47 (-20#) / 45 (-35#)	51 (5#.0#.-10#) / 49 (-20#) / 47 (-35#)	51 (5#.0#.-10#) / 49 (-20#) / 47 (-35#)	51 (5#.0#.-10#) / 49 (-20#) / 47 (-35#)	51 (5#.0#.-10#) / 49 (-20#) / 47 (-35#)
50%馏出温度, °C 不高于	300	300	300	300	300
90%馏出温度, °C 不高于	355	355	355	355	355
5%馏出温度, °C 不高于	365	365	365	365	365
多环芳烃, % (质量分数) 不大于	实测	11	11	11	7
润滑性磨斑直径, μm 不高于	460	460	460	460	460
密度(20°C), kg/m <sup>3</sup>	810~850 (5#.0#.-10#) / 800~845(-20#.-35#)	820~845 (5#.0#.-10#) / 800~840(-20#.-35#)	820~845 (5#.0#.-10#) / 800~840(-20#.-35#)	800~845 (5#.0#.-10#) / 790~840(-20#.-35#)	820~845 (5#.0#.-10#) / 800~840(-20#.-35#)

从表 1 可以看出,北京在 2004 年发布的车用柴油标准中将柴油分为五个等级,其中 5 号、0 号和-10 号的十六烷值不低于 49,-20 号的十六烷值不低于 47,-35 号的十六烷值不低于 45,随后在京 IV 阶段中对十六烷值进行了调整,5 号和 0 号的十六烷值不低于 51,-10 号和-20 号的十六烷值不低于 49,-35 号的十六烷值不低于 47,并一直沿用至京 VI 阶段;规定硫含量不超过 500 mg/kg,经过四个阶段后,目前京 VI 阶段柴油标准中规定硫含量不超过 10 mg/kg。在 2005 年 7 月实施的的车用柴油标准中规定了多环芳烃含量的限值,要求多环芳烃不超过 11%,而京 VI 阶段

的柴油标准中将限值降低为 7%。

目前，北京市车用柴油标准处于第六阶段，与国 VI、欧洲和加州标准相关指标的不同点如表 6 所示。由表 6 可以看出，经过数十年的发展，北京市在车用柴油技术指标上已处于领先地位，现阶段的京 6a(京 VI)柴油标准与欧洲车用柴油的指标基本相当，且京 6a 柴油标准的多环芳烃含量指标限值优于欧洲指标。但京 6a（京 VI）柴油标准与美国加州柴油标准略有差距，主要体现在馏程和多环芳烃含量等指标限值。在我国炼油工艺允许的条件下，应适当降低柴油中馏程温度、多环芳烃含量，从而减少柴油车尾气中有害物质的排放。所以本标准对柴油中 50%馏出温度、90%馏出温度、95%馏出温度、多环芳烃含量和密度等指标进行了加严。

表 6 北京市车用柴油标准与国内外柴油主要技术指标比较

主要指标	京 VI (DB11/239-2016)	国 VI (GB19147-2016)	欧 VI (EN 590)	加州柴油 标准
质量指标	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35/-50	(Grade)A/B/C/D/E/F ((Class)0/1/2/3/4)	-
硫含量, mg/kg 不大于	10	10	10	15
酸度, mg KOH/100mL 不大于	7	7	—	—
10%蒸余物残 炭, % (质量 分数) 不 大于	0.3	0.3	0.3	—
灰分, % (质 量分数 ) 不大于	0.01	0.01	0.01	—
铜片腐蚀 (50℃, 3h), 级 不 大于	I	I	I	—

水分, % (体积分 数) 不大于	痕迹	痕迹	200ppm	—
运动粘度 (20℃), mm <sup>2</sup> /s	2.5-7.5/2.0-7.5/1.3-6.5	2.5-7.5/2.0-7.5/1.8-7.0	2.0-4.5 (40℃)	2.0-4.1 (40℃)
凝点, °C 不高于	5/0/-10/-20/-35	5/0/-10/-20/-35/-50	F(-10/-16/-22/-28/-34(浊点))	—
冷滤点, °C 不高于	8/4/-5/-14/-29	8/4/-5/-14/-29/-44	5/0/-5/-10/-15/-20 (-20/-26/-32/-38/-44)	—
闪点 (闭口), °C 不低于	55	55/50/45	55	54
十六烷值 不小于	51/49/47	51/49/47	51	53
十六烷指数 不小于	46	46/46/43	46	—
50%馏出温度, °C 不高于	300	300	—	243~293
90%馏出温度, °C 不高于	355	355	—	288~321
95%馏出温度, °C 不高于	365	365	360	—
多环芳烃, % (质量分数) 不大于	11	11	8	3.5
润滑性 矫正磨斑直径, μm 不高于	460	460	460	-
密度 (20℃), kg/m <sup>3</sup>	820~845/800~840	810~850/790~840	820~845 (15℃)	830~860 (15℃)

## 八、作为强制性标准的建议及其理由

本标准贯彻了《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》《北京市大气污染防治条例》《北京市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例》等法律的有关规定，

对于保护北京市生态环境和居民健康、减少机动车排放污染，以及提高车用柴油清洁化水平等具有重要的意义。相关标准将作为市场监管执法的重要依据。按照《中华人民共和国产品质量法》有关规定，并根据 WTO/TBT 技术法规的要求，从切实加强产品质量监管，防止欺诈行为，保护消费者利益的角度，结合北京市的实际情况，建议本标准全文强制执行。

表 7 强制性标准需填写法律法规依据表

法律法规名称	法律法规条款
中华人民共和国环境保护法	第十六条第二款：对国家环境质量标准中已作规定的项目，可以制定严于国家环境质量标准的地方环境质量标准。
中华人民共和国大气污染防治法	第十三条：“制定燃油质量标准，应当符合国家大气污染物控制要求”。
北京市大气污染防治条例	第七十八条：“市环境保护行政主管部门会同市质量技术监督部门制定本市车用燃料标准”。
北京市机动车和非道路移动机械排放污染防治条例	第十四条：“本市推广使用优质的机动车、非道路移动机械用燃料”。

## 九、强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案

本标准实施的风险点主要有三个方面，一是油品切换准备时间是否充分；二是油品标准切换是否会导致在用车适配性不佳，影响车辆行驶性能；三是油品升级是否会导致油品生产成本大幅度增加。具体风险防控措施如下：

（一）为充分征求行业意见，确保标准实施平稳有序，2021年4月9日，北京市生态环境局分别向中国石油化工集团有限公司、中国石油天然气集团有限公司致函《关于征求修订北京市车

用汽柴油地方标准部分指标有关意见的函》（京环函〔2021〕149号），征求标准指标意见，并商请对标对表准备好油品切换工作。两大集团均表示将大力支持本次油品标准修订，全力做好油品切换准备。

（二）车油适配性试验表明，京 6b 柴油对于在用机动车具有良好的适配性，减排效果良好。油品切换不会导致车辆适配性不良等风险。

（三）相关工艺分析结果表明，京 6b 柴油不会大幅提高成品油炼化企业的生产成本，现有工艺水平能够满足炼化生产要求。油品切换不会产生供应不足，成本激增等风险。

## **十、实施标准的措施**

标准发布后，应加强宣传与贯彻，促进柴油生产企业以及消费者对本标准的了解。建议相关成品油经营单位在标准正式实施约两个月前着手启动油品切换工作。同时，建议标准正式实施后，有关部门加强对北京市车用柴油质量的监督检验。

## **十一、其他应说明的事项**

无。