

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

煤液化调和柴油

Coal liquefaction diesel

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2019-09-23)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家能源局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由能源行业煤制燃料标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：。

本标准主要起草人：。

本标准为首次发布。

煤液化调和柴油

警告：如果不遵守适当的防范措施，本标准所属产品在生产、运输、装卸、贮运和使用等过程中可能存在危险。本标准无意对与本产品有关的所有安全问题提出建议。使用者有责任采用适当的安全和防范措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本标准规定了煤液化调和柴油的术语和定义、产品分类、技术要求和试验方法、取样、标志、包装、运输和贮存、安全及标准的实施。

本标准适用于压燃式发动机汽车使用的、由煤直接液化和煤间接液化工工艺制取的柴油馏分经调和而成或加有改善使用性能添加剂的煤液化调和柴油。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 190 危险货物包装标志
- GB/T 258 轻质石油产品酸度测定法
- GB/T 260 石油产品水含量的测定 蒸馏法
- GB/T 261 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法
- GB/T 265 石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法
- GB/T 268 石油产品残炭测定法（康氏法）
- GB/T 386 柴油十六烷值测定法
- GB/T 508 石油产品灰分测定法
- GB/T 510 石油产品凝点测定法
- GB/T 511 石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法
- GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）
- GB/T 1885 石油计量表
- GB/T 4756 石油液体手工取样法
- GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
- GB/T 6536 石油产品常压蒸馏特性测定法
- GB/T 11133 石油产品、润滑油和添加剂中水含量的测定 卡尔费休库仑滴定法
- GB/T 11140 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法
- GB/T 17144 石油产品残炭测定法（微量法）
- GB/T 20828 柴油机燃料调合用生物柴油（BD100）
- GB/T 23801 中间馏分油中脂肪酸甲酯含量的测定 红外光谱法
- GB 30000.7—2013 化学品分类和标签规范 第 7 部分：易燃液体
- GB/T 30515 透明和不透明液体石油产品运动黏度 测定法及动力黏度计算法

GB/T 33400 中间馏分油、柴油及脂肪酸甲酯中总污染物含量测定法
 SH 0164 石油产品包装、贮运及交货验收规则
 SH/T 0175 馏分燃料油氧化安定性测定法（加速法）
 SH/T 0246 轻质石油产品中水含量测定法（电量法）
 SH/T 0248 柴油和民用取暖油冷滤点测定法
 SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法（U形振动管法）
 SH/T 0606 中间馏分烃类组成测定法（质谱法）
 SH/T 0689 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）
 SH/T 0765 柴油润滑性评定法（高频往复试验机法）
 SH/T 0806 中间馏分芳烃含量的测定 示差折光检测器高效液相色谱法
 NB/SH/T 0916 柴油燃料中生物柴油（脂肪酸甲酯）含量的测定 红外光谱法
 ASTM D7039 汽油、柴油、喷气燃料、煤油、生物柴油、生物调合柴油以及乙醇汽油中硫含量的测定（单波长色散X射线荧光光谱法）（Standard Test Method for Sulfur in Gasoline, Diesel Fuel, Jet Fuel, Kerosine, Biodiesel, Biodiesel Blends, and Gasoline-Ethanol Blends by Monochromatic Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多环芳烃含量 content of polycyclic aromatic hydrocarbons
 柴油中的总芳烃含量减去单环芳烃的含量。

4 产品分类

4.1 煤液化调和柴油按凝点分为六个牌号：

5号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在8℃以上的地区使用；
 0号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在4℃以上的地区使用；
 -10号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在-5℃以上的地区使用；
 -20号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在-14℃以上的地区使用；
 -35号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在-29℃以上的地区使用；
 -50号煤液化调和柴油：适用于风险率为10%的最低气温在-44℃以上的地区使用。
 注：可参见附录 A 选用不同牌号的车用柴油。

5 技术要求和试验方法

5.1 煤液化调和柴油中所使用的添加剂应无公认的有害作用，添加剂应按推荐的适宜用量使用。煤液化调和柴油中不应含有任何可导致车辆无法正常运行的添加剂和污染物。

5.2 煤液化调和柴油的技术要求和试验方法见表 1。

表1 煤液化调和柴油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	-50号	
氧化安定性（以总不溶物计）/（mg/100mL）	不大于 1.0						SH/T 0175
硫含量 ^a /（mg/kg）	不大于 8						SH/T 0689
酸度（以KOH计）/（mg/100mL）	不大于 7						GB/T 258
10%蒸余物残炭 ^b （质量分数）/%	不大于 0.1						GB/T 17144
灰分（质量分数）/%	不大于 0.01						GB/T 508
铜片腐蚀（50℃，3h）/%	不大于 1						GB/T 5096
水含量 ^c （体积分数）/%	不大于 痕迹						GB/T 260
润滑性 校正磨痕直径（60℃）/μm	不大于 460						SH/T 0765
多环芳烃含量 ^d （质量分数）/%	不大于 2						SH/T 0806
总污染物含量/（mg/kg）	不大于 24						GB/T 33400
运动黏度 ^e （20℃）/（mm ² /s）	2.5~7.5		2.0~7.5		1.5~6.5		GB/T 265
凝点/℃	5	0	-10	-20	-35	-50	GB/T 510
冷凝点/℃	8	4	-5	-14	-29	-44	SH/T 0248
闪点（闭口）/℃	60			50	45		GB/T 261
十六烷值	51			49	47		GB/T 386
十六烷指数	46			46	43		NB/T XXXX
馏程： 50%回收温度/℃	不大于 300						GB/T 6536
90%回收温度/℃	不大于 355						
95%回收温度/℃	不大于 365						
密度 ^f （20℃）/（kg/m ³ ）	810~845			790~840			GB/T 1884 GB/T 1885
脂肪酸甲酯含量 ^g （体积分数）/%	不大于 1.0						NB/SH/T 0916
<p>^a 也可采用 GB/T 11140 和 ASTM D7039 进行测定，结果有异议时，以 SH/T 0689 方法为准。</p> <p>^b 也可采用 GB/T 268 进行测定，结果有异议时，以 GB/T 17144 方法为准。若煤液化调和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使用不加硝酸酯的基础燃料进行。煤液化调和柴油中是否含有硝酸酯型十六烷值改进剂的检验方法见附录 B。</p> <p>^c 可用目测法，即将试验注入 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。也可以采用 GB/T 11133 和 SH/T 0246 测定，结果有异议时，以 GB/T 260 方法为准。</p> <p>^d 也可采用 SH/T 0606 进行测定，结果有异议时，以 SH/T 0806 方法为准。</p> <p>^e 也可采用 GB/T 30515 进行测定，结果有异议时，以 GB/T 265 方法为准。</p> <p>^f 也可采用 SH/T 0604 进行测定，结果有异议时，以 GB/T 1884 和 GB/T 1885 方法为准。</p> <p>^g 脂肪酸甲酯应满足 GB/T 20828 要求。也可采用 GB/T 23801 进行测定，结果有异议时，以 NB/SH/T 0916 方法为准。</p>							

6 取样

取样按照GB/T 4756进行，取4L作为检验和留样用。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 向用户销售的符合本标准表 1 要求的煤液化调和柴油所使用的加油机都应明确标识产品的名称、牌号，如 0 号车柴等，并应标识在汽车驾驶者可以看见的地方。

7.2 煤液化调和柴油属易燃液体，产品的标志、包装、运输和贮存及交货验收按 SH 0164、GB 30000.7-2013 和 GB190 进行。

8 安全

煤液化调和柴油属易燃液体，其危险说明和防范说明见GB 30000.7-2013的附录D。

附录 A (资料性附录)

部分地区风险率为 10%的最低气温

A.1 部分地区风险率为 10%的最低气温

部分地区风险率为10%的最低气温（见表 A.1）是从中央气象局资料室编写的《石油产品标准的气温资料》中摘录编制的。它是由我国152个气象台、站，从1961年1980年逐日自最高（低）气温记录分析得出的。某月风险率为10%的最低气温值，表示该月中最低气温低于该值的概率为 0.1，或者说该月中最低气温高于该值的概率为 0.9。

A.2 意义与用途

推荐使用风险率为10%的最低温度来估计使用地区的最低操作温度，为柴油机在低温操作时的正常设备防寒、燃油系统的设计、柴油的生产、供销及使用提供可靠的气温数据。

表A.1 部分地区风险率 10%的最低气温

地区	一月份	二月份	三月份	四月份	五月份	六月份	七月份	八月份	九月份	十月份	十一月份	十二月份
河北省	-14	-13	-5	1	8	14	19	17	9	1	-6	-12
山西省	-17	-16	-8	-1	5	11	15	13	6	-2	-9	-16
内蒙古自治区	-43	-42	-35	-21	-7	-1	4	1	-8	-19	-32	-41
黑龙江省	-44	-42	-35	-20	-6	1	7	4	-6	-20	-35	-43
吉林省	-29	-27	-17	-6	1	8	14	12	2	-6	-17	-26
辽宁省	-23	-21	-12	-1	6	12	18	15	6	-2	-12	-20
山东省	-12	-12	-5	2	8	14	19	18	11	4	-4	-10
江苏省	-10	-9	-3	3	11	15	20	20	12	5	-2	-8
安徽省	-7	-7	-1	5	12	18	20	20	14	7	0	-6
浙江省	-4	-3	1	6	13	17	22	21	15	8	2	-3
江西省	-2	-2	3	9	15	20	23	23	18	12	4	0
福建省	-4	-2	3	8	14	18	21	20	15	8	1	-3
台湾省 ^a	3	0	2	8	10	16	19	19	13	10	1	2
广东省	1	2	7	12	18	21	23	23	20	13	7	2
海南省	9	10	15	19	22	24	24	23	23	19	15	12
广西壮族自治区	3	3	8	12	18	21	23	23	19	15	9	4
湖南省	-2	-2	3	9	14	18	22	21	16	10	1	-1
湖北省	-6	-4	0	6	12	17	21	20	14	8	1	-4
河南省	-10	-9	-2	4	10	15	20	18	11	4	-3	-8
四川省	-21	-17	-11	-7	-2	1	2	1	0	-7	-14	-19

地区	一月份	二月份	三月份	四月份	五月份	六月份	七月份	八月份	九月份	十月份	十一月份	十二月份
贵州省	-6	-6	-1	3	7	9	12	11	8	4	-1	-4
云南省	-9	-8	-6	-3	1	5	7	7	5	-1	-5	-8
西藏自治区	-29	-25	-21	-15	-9	-3	-1	0	-6	-14	-22	-29
新疆维吾尔自治区	-40	-38	-28	-12	-5	-2	0	-2	-6	-14	-25	-34
青海省	-33	-30	-25	-18	-10	-6	-3	-4	-6	-16	-28	-33
甘肃省	-23	-23	-16	-9	-1	3	5	5	0	-8	-16	-22
陕西省	-17	-15	-6	-1	5	10	15	12	6	-1	-9	-15
宁夏回族自治区	-21	-20	-10	-4	2	6	8	8	3	-4	-12	-19

^a 台湾省所列的温度是绝对最低气温，即风险率为0的最低气温。

附录 B (规范性附录)

柴油中硝酸酯型十六烷值改进剂的检验

B.1 范围

B.1.1 本方法适用于检验柴油中使用的硝酸酯型十六烷值改进剂。本方法可作为测定残炭前使用的定性筛选方法。

B.1.2 本方法涉及某些有危险性的物质、操作和设备，无意对所涉及的所有安全问题提出建议。因此，在使用本方法之前应建立适当的安全和防护措施，并确定相关规章限制的适用性。

B.2 方法概要

柴油试样在氢氧化钾-正丁醇混合物中皂化，用玻璃纤维滤纸过滤，留在滤纸上的物质干燥后用二苯胺试剂处理。二苯胺被硝酸盐氧化成深蓝色醌型化合物。生成的蓝色或蓝黑色斑点显示有硝酸酯型十六烷值改进剂。无颜色变化可确定没有硝酸酯型十六烷值改进剂。

B.3 仪器或设备

B.3.1 反应瓶：容量30mL广口瓶，带螺帽盖，盖内侧有锡或塑料衬里。

B.3.2 玻璃纤维滤纸：直径37mm。

B.3.3 移液管：容量10mL，带吸球。

B.3.4 量筒：10mL和25mL。

B.3.5 吸滤瓶：适合与60mL玻璃烧结过滤器连接。

B.3.6 玻璃烧结过滤器：容量60mL。

B.3.7 烘箱：适用于在110℃干燥玻璃纤维滤纸。

B.4 试剂

B.4.1 氢氧化钾，分析纯。

B.4.2 正丁醇，分析纯。

B.4.3 硫酸，分析纯。

B.4.4 二苯胺溶液（1g/100mL溶液）。

配制：用0.250g二苯胺（分析纯）溶解在25mL硫酸中。

B.4.5 甲苯，分析纯。

警告——甲苯为有毒可燃物，应避免吸入其蒸气，并避免与皮肤接触。

B.5 试验步骤

B.5.1 用6.5g氢氧化钾与100mL正丁醇混合，加热使氢氧化钾溶解，待溶液冷却后用玻璃纤维滤纸过滤混合物，即得到皂化混合物。

B.5.2 用移液管把10mL试样注入反应瓶，加入5mL甲苯，再加入10mL皂化混合物。

警告——不应当用口吸移液管，因为检验中存在有毒物质。

B.5.3 用螺帽盖牢固地盖在反应瓶上，混合内盛物后，放在110℃烘箱中保持4h。

B.5.4 从烘箱中取出的反应瓶冷却到25℃±3℃。

B.5.5 将反应瓶中内盛物在装有玻璃纤维滤纸的玻璃烧结过滤器内过滤。

B.5.6 用2.5mL甲苯洗涤反应瓶，并转移到玻璃烧结过滤器内过滤。

B.5.7 小心取出玻璃纤维滤纸，放在110℃烘箱中干燥15min。

B.5.8 取出玻璃纤维滤纸，冷却到25℃±3℃。

B.5.9 向滤纸中央滴入3滴二苯胺溶液，观察是否形成蓝色或蓝黑色。

B.6 报告

如果出现蓝色，应报告有硝酸酯型十六烷值改进剂。含有0.5%（体积分数）硝酸酯型十六烷值改进剂的柴油参比试样会使整个试剂部位呈现深蓝色至蓝黑色。而仅含0.1%（体积分数）硝酸酯型十六烷值改进剂的柴油参比试样会使试剂部位的外缘呈现蓝色环。

行业标准 《煤液化调和柴油》
编制说明

标准编制组
2019年8月

目 录

1	工作简况.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	编制单位.....	1
1.3	工作组.....	1
1.4	标准编制过程.....	1
2	目的和意义.....	2
3	制定标准的原则和依据.....	3
4	国内外相关标准情况.....	3
5	主要条款说明及主要技术指标论述.....	8
5.1	标准名称.....	8
5.2	标准适用范围.....	8
5.3	规范性引用文件.....	9
5.4	产品分类.....	10
5.5	技术要求和试验方法.....	10
5.6	主要试验验证及指标限值的确定.....	11
6	与国内外同类标准水平的对比情况.....	38
7	本标准制定的预期效果.....	38
8	与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系.....	38
9	重大分歧意见的处理经过和依据.....	38
10	贯彻标准的要求和措施建议.....	39
11	废止现行有关标准的建议.....	39

1 工作简况

1.1 任务来源

国家能源局《关于下达 2015 年度能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技[2015]283 号）下达了能源行业标准计划项目《煤液化调和柴油》，计划编号：能源 20150635。

1.2 编制单位

本标准由能源行业煤制燃料标准化技术委员会技术归口，标准起草单位有中国神华煤制油化工有限公司、中科合成油技术有限公司、神华宁煤集团、内蒙古伊泰集团有限公司、山西潞安矿业（集团）有限责任公司、中国汽车技术研究中心。

1.3 工作组

2015 年 12 月，由中国神华煤制油化工有限公司、中科合成油技术有限公司、神华宁煤集团、内蒙古伊泰集团有限公司、山西潞安矿业（集团）有限责任公司、中国汽车技术研究中心有关技术人员成立标准制定工作组。

1.4 标准编制过程

2014 年 8 月，按照国家能源局的要求，申报了该标准的制订计划。

2015 年 8 月，国家能源局下发国能科技[2015]283 号“关于下达 2015 年度能源领域行业标准制（修）订计划的通知”，由中国神华煤制油化工有限公司上海研究院牵头负责制定《煤液化调和柴油》煤制燃料行业标准。

2015 年 12 月 22 日，召开煤液化调和柴油产品质量标准编制工作启动会

2016 年 1 月至 4 月，开展国外相关车用柴油标准的查新调研工作，详细了解目前国内外车用柴油及车用替代燃料标准的现状。

2016 年 4 月 25 日，神华集团公司批复“车用煤液化调和柴油产品标准的研究”项目立项（见神华科发[2016]222 号文《关于神华集团公司 2016 年科技创新项目立项的通知》），此项目是本标准的配套项目。

2016 年 4 月 26 日，煤制燃料标委会邀请石油石化、汽车及发动机、环境、油

品检测等领域的专家对项目工作方案进行了评审并提出了意见和建议，形成了标准工作计划。

2016年5月至2018年7月，根据神华、神宁、伊泰、潞安煤液化柴油性质统计，在完成煤液化柴油调和特性研究、清净性试验研究、关键性质指标对发动机性能影响研究、橡胶及金属材料相容性试验研究、喷雾喷射特性研究、输配试验研究、重型车发动机耐久性能研究、轻型汽车冷启动性能及耐久性能研究的基础上，参考国家标准 GB 19147-2013《车用柴油（V）》、国家标准 GB 19147-2016《车用柴油（VI）》、北京市地方标准 DB11/239-2016《车用柴油（VI）》、国家标准 GB/T 31090-2014《煤直接液化柴油组分油》、国家标准 GB/T 29720-2013《煤基费托合成柴油组分油》拟定了煤液化调和柴油产品标准主要指标。

2019年8月，课题组编制完成《煤液化调和柴油》煤制燃料行业标准的征求意见稿及编制说明。

2 目的和意义

煤炭是我国最重要的能源资源，“富煤、少油、有气”的能源资源禀赋特点决定了煤炭在相当长一段时间内，仍将在中国的能源体系中占据主导地位。目前，中国原油对外依存度已超过70%，合理利用中国丰富的煤炭资源，开发煤制油技术作为石油资源的补充，对于保障中国的能源安全和化工原料来源具有十分重要的战略意义。此外，当前我国生态环境问题日益突出，而煤炭使用倍受关注且面临挑战，推动煤炭消费方式革命，煤炭清洁利用已成为必然选择。煤炭清洁利用是保障我国能源供给、改善能源结构和降低环境污染的重要举措。

煤制油（Coal-to-liquids, CTL）是以煤炭为原料，通过化工过程生产油品和化工产品的一项技术，包含煤直接液化和煤间接液化两种技术路线。煤直接液化是在高温高压和催化剂下，煤分子发生C—C键断裂产生自由基碎片，在H₂和循环供氢溶剂作用下，生成清洁的液体燃料和其它化工产品的过程，生产的柴油具有低硫、低芳烃和超强的低温流动性能等特性。煤间接液化是把煤气化成CO和H₂，再通过费托合成转化为烃类燃料，生产的柴油具有十六烷值高、几乎无硫氮和芳烃等特性。煤直接液化柴油和煤间接液化柴油具有很好的相容性，调和后能够在密度、十六烷值、凝点和冷滤点等方面实现优势互补，调和后的柴油具有硫氮含量低、芳烃含量

低、储存安定性好、低温流动性好等优点，是环境友好的清洁车用替代燃料。

我国现行的各类车用柴油标准都是按照石油产品的特性制定的，并限定适用范围仅限于石油制取柴油。煤液化调和柴油作为新型产品由于采用原料和加工工艺的不同，在产品组成和性质上和石油基车用柴油有所区别，对现行标准不能完全适用。一方面，煤液化调和柴油低硫低芳烃可致低污染物排放、良好的低温流动性以及出色的储存安定性等优势在现行标准中没能很好体现；另一方面，十六烷值指数是由石油基柴油的密度和馏程通过经验公式计算得到，完全不适用于煤液化调和柴油，这一限定性指标严重损害了煤液化调和柴油的质量评判。相关标准的缺失已严重制约了煤液化车用柴油产品的市场开拓和煤制油产业的发展，制定一部煤液化调和柴油产品行业标准迫在眉睫。

此外，我国煤直接液化已实现百万吨级工业化生产，即将实现 320 万吨产能，采用费托合成技术的煤间接液化制油也超过 700 万吨产能，煤液化柴油将成为我国一大清洁柴油供给来源。作为替代能源，根据煤液化调和柴油产品特性，制定对硫含量、多环芳烃含量及储存安定性要求更高、对环境和人类健康危害更小的煤液化调和柴油产品标准，对于规范煤液化调和柴油产品市场、柴油市场质量升级及能源多元化战略具有重要意义。

3 制定标准的原则和依据

以煤液化调和柴油产品特性和压燃式发动机使用条件为编制依据，参考国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）和欧 VI 车用柴油标准（EN 590-2013）技术指标，满足国家第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）的要求，综合考虑我国煤制油行业和汽车行业的实际需求，尽可能的发挥煤液化调和柴油低硫、低芳烃、低污染物排放及储存安定性好的特点，科学合理地制定适合煤液化调和柴油的质量标准。

编写规则是按照 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第一部分：标准的结果和编写规则》的要求进行。

4 国内外相关标准情况

自 2000 年开始，国外在车用柴油质量升级方面的工作主要集中降低车用柴油

中的硫含量。这是由于随着汽车尾气排放法规的不断严格，需要采用先进的汽车发动机技术和尾气后处理装置，而这些措施的实施对燃料中的硫含量非常敏感，需要大幅度的降低车用柴油中的硫含量才能保证这些先进措施的有效实施，以减少汽车尾气中有害物质的排放。

综观欧洲车用柴油标准的发展可以看出，自 2000 年开始，欧洲就在实施不同阶段的汽车排放法规的同时，不断降低柴油中的硫含量。如 2000 年开始推行欧 III 阶段排放时，要求车用柴油中的硫含量不大于 350mg/kg；2005 年开始实施欧 IV 阶段排放时，将车用柴油中的硫含量下降到不大于 50mg/kg；2009 年实施欧 V 阶段排放时，就要求车用柴油中的硫含量不得高于 10mg/kg。在美国，EPA 的要求，自 2006 起，全美车用柴油中的硫含量要求不大于 15mg/kg。日本在车用柴油标准方面，基本参照了欧洲的发展趋势，如在 JISK2204: 2004 标准中要求车用柴油中的硫含量不大于 50mg/kg，JISK2204: 2007 标准中，要求车用柴油中的硫含量不大于 10mg/kg。

我国在柴油标准方面，自上世纪 90 年代开始，在较长的一段时间内是按一种轻柴油国家标准进行生产，但随着 2000 年后，我国开始严格机动车尾气排放要求后，社会上出现了要求提高汽车用柴油产品质量的呼声。考虑到我国轻柴油的消费领域涉及较多，不同的使用者对柴油的品质要求是不同的。在通过对我国柴油消费领域实际情况进行调查后发现，2007 年汽车用柴油在国内的消费量仅占到当年全部柴油消费量的 35%~40%。尽管近几年汽车工业的发展，车用燃料的消费量有所增加，这主要是由于汽油消费量增加而引起的。汽车用柴油的消费比例变化不是很大。2009 年为了提高我国车用柴油的质量水平，适应中国第 III 阶段柴油车排放的要求，国家标准化管理委员会批准和发布了 GB 19147-2009《车用柴油》强制性国家标准，硫含量要求不大于 350mg/kg，多环芳烃含量不大于 11%（质量分数），要求自 2011 年 7 月 1 日起，全国范围内生产和销售的车用柴油必须满足该标准的要求。2013 年 2 月和 6 月，国家先后发布了满足第四阶段、第五阶段排放要求的车用柴油国家要求，分别规定自 2015 年 1 月 1 日起，和自 2017 年 1 月 1 日起，全国生产和销售的车用柴油应满足 GB 19147-2013《车用柴油（IV）》和 GB 19147-2013《车用柴油（V）》的要求。目前全国范围内生产和销售的车用柴油为国 IV 阶段的车用柴油，其硫质量分数为不大于 50mg/kg；而在东部 11 省（北京市、上海市、天津市、河北省、辽宁省、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省和海南省）生产和销售的

车用柴油则为国 V 阶段的车用柴油，其硫质量分数为不大于 10mg/kg。GB 19147-2013《车用柴油（V）》中第五阶段车用柴油是参照欧盟 EN 590-2009《汽车

表 1 国内外现行车用柴油标准主要技术指标

	欧洲 (欧 VI)	美国	日本	中国 (国 V)	中国 (国 VI)	北京 (京 VI)
标准编号	EN 590:2013	ASTM D975-15C	JIS K2204-2007	GB 19147-2013	GB 19147-2016	DB11/239-2016
标准名称	汽车燃料-柴油-要求与检测方法	柴油标准规范	柴油燃料	车用柴油 (V)	车用柴油	车用柴油
密度 (20℃) /(g/cm ³)	820-845 (15℃)		≤860 (15℃)	810-850/790-840	820-845/800-840	810-845/790-840
硫含量/(mg/kg)	≤10	≤15/≤500/≤2000	≤10	≤10	≤10	≤10
酸度/(mgKOH/100mL)	≤7			≤7	≤7	≤7
运动黏度 (20℃) /(mm ² /s)	2.0-4.5(40℃)	1.3-2.4/1.9-4.1/5.5-24 (40℃)	≥2.7/≥2.5/≥2.0/≥1.7(30℃) (≤4.7)	3.0-8.0/2.5-8.0/1.8-7.0	3.0-8.0/2.5-8.0/1.8-7.0	2.5-7.5/2.0-7.5/1.5-6.5
氧化安定性/(mg/100mL)	≤2.5			≤2.5	≤2.5	≤2.5
灰分/%	≤0.01	≤0.01/≤0.10		≤0.01	≤0.01	≤0.01
残炭 (10%) /%	≤0.3	≤0.15/≤0.35	≤0.1	≤0.3	≤0.3	≤0.3
铜片腐蚀 (50℃,3h)/级	≤1	≤3		≤1	≤1	≤1
水分 (体积分数) /%	≤200mg/kg	≤0.05		≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹
机械杂质				无		无
总污染物含量/ (mg/kg)	≤24				≤24	
凝点/℃			≤5/0/-2.5/-7.5/-20/-30	≤5/0/-10/-20/-35/-50	≤5/0/-10/-20/-35/-50	≤5/0/-10/-20/-35
冷滤点/℃			≤-1/-5/-12/-19	≤8/4/-5/-14/-29/-44	≤8/4/-5/-14/-29/-44	≤8/4/-5/-14/-29
闪点 (闭口) /℃	≥55	≥38/52/55		≥55/50/45	≥60/50/45	≥60/≥55
十六烷值	≥51	≥40/≥30 (注)	十六烷值可以代替十六烷指数	≥51/≥49/≥47	≥51/≥49/≥47	≥51/≥49/≥47
十六烷指数	≥46	必须满足二者之一:≥40	≥50/≥45	≥46/≥46/≥43	≥46/≥46/≥43	≥46
润滑性,磨痕直径(60℃)/μm	≤460	≤520		≤460	≤460	≤460
色度 (ASTM D1500) /色号						
多环芳烃/% (SH/T 0606)	≤8	必须满足二者之一:芳烃≤35%		≤11	≤7	≤7
脂肪酸甲酯(体积分数)/%	≤7			≤1.0	≤1.0	≤0.5
导电性, ps/m		≥25				
馏程/℃						
50%回收温度/℃	回收温度<250℃的 体积收率≤65%			≤300	≤300	≤300
90%回收温度/℃	回收温度<350℃的 体积收率≥85%	≤288/282-338	≤360/≤350/≤330 3号:运动黏度≤4.7时≤350℃	≤355	≤355	≤355
95%回收温度/℃	≤360			≤365	≤365	≤365

表 2 煤液化车用柴油产品参照标准

	产品国标：国 V	产品国标：国 VI	产品地标：京 VI	组分油国标	组分油国标	产品地标	产品行标
标准编号	GB 19147-2013	GB 19147-2016	DB11/239-2016	GB/T 31090-2014	GB/T 29720-2013	DB15/T 959-2016	NB/T XXXX
标准名称	车用柴油 (V)	车用柴油	车用柴油	煤炭直接液化柴油组分油	煤基费托合成柴油组分油	车用煤直接液化柴油	煤液化调和柴油
密度 (20℃) /(g/cm ³)	810-850/790-840	820-845/800-840	820-845/800-840	800-870	≥750	836-850	810-845/790-840
硫含量/(mg/kg)	≤10	≤10	≤10	≤10	I 级≤5.0 II 级 5.1-8.0	≤8	≤8
酸度/(mgKOH/100mL)	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤5	≤7
运动黏度 (20℃) /(mm ² /s)	3.0-8.0/2.5-8.0/1.8-7.0	3.0-8.0/2.5-8.0/1.8-7.0	2.5-7.5/2.0-7.5/1.5-6.5	1.5-7.5/1.4-7.5/1.3-6.5	1.8-8.0/1.2-7.0	2.1-2.6	2.5-7.5/2.0-7.5/1.5-6.5
氧化安定性/(mg/100mL)	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤2.5	≤1.0	≤2.5	≤1.0
灰分/%	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01
残炭 (10%) /%	≤0.3	≤0.3	≤0.3	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.1
铜片腐蚀 (50℃,3h) /级	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
水含量 (体积分数) /%	≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹	≤痕迹
机械杂质	无		无	无	无	无	
总污染物含量/(mg/kg)		≤24					≤24
凝点/℃	≤5/0/-10/-20/-35/-50	≤5/0/-10/-20/-35/-50	≤5/0/-10/-20/-35	≤0/-10/-20/-35/-50	≤5/0/-10/-20/-35	≤0/-35	≤5/0/-10/-20/-35/-50
冷滤点/℃	≤8/4/-5/-14/-29/-44	≤8/4/-5/-14/-29/-44	≤8/4/-5/-14/-29	≤4/-5/-14/-29/-44		≤4/-29	≤8/4/-5/-14/-29/-44
闪点 (闭口) /℃	≥55/50/45	≥60/50/45	≥60/≥55	≥50/≥45	≥55/50/45	≥55/45	≥60/50/45
十六烷值	≥51/≥49/≥47	≥51/≥49/≥47	≥51/≥49/≥47	≥45/≥40	≥60	≥46/45	≥51/≥49/≥47
十六烷指数	≥46/≥46/≥43	≥46/≥46/≥43	≥46				NB XXXX
润滑性,磨痕直径(60℃)/μm	≤460	≤460	≤460	≤460	≤460	≤460	≤460
色度 (ASTM D1500) /色号				≤1.0	≤1.5		
多环芳烃/(SH/T 0606)	≤11	≤7	≤7	≤1	≤1	≤2	≤2
脂肪酸甲酯 (体积分数) /%	≤1.0	≤1.0	≤0.5			≤0.1	≤1.0
馏程/℃							
50%回收温度/℃	≤300	≤300	≤300	≤328	≤300	≤230	≤300
90%回收温度/℃	≤355	≤355	≤355	≤335	≤355	≤270	≤355
95%回收温度/℃	≤365	≤365	≤365	≤345	≤365	≤280	≤365

燃料-柴油-要求和试验方法》制定的。2016年12月23日能源局发布了GB19147-2016《车用柴油（VI）》国家强制性标准，新版《车用柴油（VI）》是对GB19147-2013《车用柴油（V）》国家标准的修订。与GB19147-2013标准相比，新版《车用柴油》国家标准增加车用柴油中总污染物含量的技术要求和检测方法，代替了现行标准中的机械杂质，总污染物含量限值为不大于24mg/kg；多环芳烃质量分数降低为不大于7%；密度依据牌号修订为810kg/m³~845kg/m³、790kg/m³~840kg/m³；鉴于国家安监总局的有关规定，提高了5号、0号、-10号车用柴油闪点指标限值。到目前为止，国内外均未见煤液化调和柴油产品标准国标或行标，GB/T 31090-2014《煤直接液化柴油组分油》和GB/T 29720-2013《煤基费托合成柴油组分油》是两项柴油组分油国家标准，2016年1月15日发布了DB15/T 959-2016《车用煤直接液化柴油》内蒙古自治区地方标准，2016年10月20日发布的DB11/239-2016《车用柴油》北京市地方标准中考虑到煤制油的发展趋势，在范围中引入煤制取车用柴油的概念，但其规定的十六烷指数计算方法（SH/T 0694）仍存在不适用于煤制取柴油的问题。表1列出了欧盟、美国、日本和我国现行车用柴油标准主要技术指标。

与国内柴油主要技术指标比较见表2，从表2中可以看出，煤液化调和柴油在行标指标中优势体现为：硫含量≤8mg/kg，氧化安定性≤1mg/100mL，10%蒸余物残炭≤0.1%，多环芳烃≤2%，这些指标优势均有利于减少污染物排放。

5 主要条款说明及主要技术指标论述

5.1 标准名称

根据产品的特性生产工艺特点将标准名称定义为《煤液化调和柴油》，与之对应的英文全称为Coal Liquefaction Diesel。

5.2 标准适用范围

本标准适用于采用煤直接液化和间接液化工工艺制取的柴油馏分经调和而成或加有改善使用性能添加剂的煤液化调和柴油。

本标准规定了规范性引用文件，技术要求，试验方法，检验规则，取样，判定规则，标志，包装，运输，储存及安全要求。

5.3 规范性引用文件

本标准共引用如下标准：

- GB 190 危险货物包装标志
- GB/T 258 轻质石油产品酸度测定法
- GB/T 260 石油产品水含量的测定 蒸馏法
- GB/T 261 闪点的测定法 宾斯基-马丁闭口杯法
- GB/T 265 石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法
- GB/T 268 石油产品残炭测定法（康氏法）
- GB/T 386 柴油十六烷值测定法
- GB/T 508 石油产品灰分测定法
- GB/T 510 石油产品凝点测定法
- GB/T 511 石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法
- GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）
- GB/T 1885 石油计量表
- GB/T 4756 石油液体手工取样法
- GB/T 5096 石油产品铜片腐蚀试验法
- GB/T 6536 石油产品常压蒸馏特性测定法
- GB/T 11133 石油产品、润滑油和添加剂中水含量的测定 卡尔费休库伦滴定法
- GB/T 11140 石油产品硫含量的测定 波长色散 X 射线荧光光谱法
- GB/T 17144 石油产品残炭测定法（微量法）
- GB/T 20828 柴油机燃料调和用生物柴油（BD100）
- GB/T 23801 中间馏分油中脂肪酸甲酯含量的测定 红外光谱法
- GB 30000.7-2013 化学品分类和标签规范 第7部分：易燃液体
- GB/T 30515 透明和不透明液体石油产品运动黏度测定法及动力黏度计算法
- GB/T 33400 中间馏分油、柴油及脂肪酸甲酯中总污染物含量测定法
- SH 0164 石油产品包装、贮运及交货验收规则
- SH/T 0175 馏分燃料油氧化安定性测定法（加速法）
- SH/T 0246 轻质石油产品中水含量测定法（电量法）
- SH/T 0248 柴油和民用取暖油冷滤点测定法
- SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法（U形振动管法）
- SH/T 0606 中间馏分烃类组成测定法（质谱法）

SH/T 0689 轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）
 SH/T 0765 柴油润滑性评定法（高频往复试验方法）
 SH/T 0806 中间馏分芳烃含量的测定 示差折光检测器高效液相色谱法
 NB/SH/T 0916 柴油燃料中生物柴油（脂肪酸甲酯）含量的测定 红外光谱法
 ASTM D7309 汽油、柴油、喷气燃料、煤油、生物柴油、生物调和柴油以及乙醇汽油中硫含量的测定（单波长色散 X 射线荧光光谱法）（Standard Test Method for Sulfur in Gasoline, Diesel Fuel, Jet Fuel, Kerosine, Biodiesel, Biodiesel Blends, and Gasoline-Ethanol Blends by Monochromatic Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry）

5.4 产品分类

煤液化调和柴油按凝点分为六个牌号：

- 5 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 8℃ 以上地区使用；
- 0 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 4℃ 以上地区使用；
- 10 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 -5℃ 以上地区使用；
- 20 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 -14℃ 以上地区使用；
- 35 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 -29℃ 以上地区使用；
- 50 号煤液化调和柴油：适用于风险率为 10%的最低气温在 -44℃ 以上地区使用。

5.5 技术要求和试验方法

根据煤液化调和柴油的特点，结合我国现行标准及压燃式发动机的实际情况，通过大量试验验证确定煤液化调和柴油技术要求和试验方法（见表 3）。

表 3 煤液化调和柴油的技术要求和试验方法

项目	5 号	0 号	-10 号	-20 号	-35 号	-50 号	试验方法
氧化安定性（以总不溶物计）/（mg/100mL） 不大于	1.0						SH/T 0175
硫含量 ^a /（mg/kg） 不大于	8						SH/T 0689
酸度（以 KOH 计）/（mg/100mL） 不大于	7						GB/T 258
10%蒸余残留物 ^b （质量分数）/% 不大于	0.1						GB/T 17144
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
水含量 ^c （体积分数）/% 不大于	痕迹						GB/T 260
润滑性 校正磨痕直径（60℃）/μm 不大于	460						SH/T 0765

多环芳烃含量 ^d (质量分数) %	不大于	2						SH/T 0806
总污染物含量/ (mg/kg)	不大于	24						GB/T 33400
运动黏度 ^e (20℃) / (mm ² /s)		2.5~7.5		2.0~7.5		1.5~6.5		GB/T 265
凝点/℃	不高于	5	0	-10	-20	-35	-50	GB/T 510
冷滤点/℃	不高于	8	4	-5	-14	-29	-44	SH/T 0248
闪点 (闭口) /℃	不低于	60		50	45		GB/T 261	
十六烷值	不小于	51		49	47		GB/T 386	
十六烷指数	不小于	46		46	43		NB XXXX	
馏程: 50%回收温度, °C	不高于	300						GB/T 6536
90%回收温度, °C	不高于	355						
95%回收温度, °C	不高于	365						
密度 ^f (20℃) / (kg/m ³)		810~845			790~840			GB/T 1884 GB/T 1885
脂肪酸甲酯 ^g (体积分数) /%	不大于	1.0						NB/SH/T 0916
<p>^a 也可用 GB/T11140 和 ASTM D7039 进行测定, 结果有异议时, 以 SH/T 0689 为准。</p> <p>^b 也可采用 GB/T268 进行测定, 结果有异议时, 以 GB/T17144 方法为准。若柴油中有硝酸酯型十六烷值改进剂, 10%的蒸余残炭的测定应使用不加硝酸酯的基础燃料进行。柴油中是否含有硝酸酯型十六烷值改进剂的检验方法见附录 B。</p> <p>^c 可用目测法, 即将试样注入 100ml 的玻璃量筒中, 在室温 (20±5℃) 下观察, 应当透明, 没有悬浮和沉降的水分。也可采用 GB/T11133 和 SH/T 0246 测定, 结果有异议时, 以 GB/T 260 方法为准。</p> <p>^d 也可采用 SH/T 0606 进行测定, 结果有异议时, 以 SH/T 0806 方法为准。</p> <p>^e 也可采用 GB/T 30515 进行测定, 结果有异议时, 以 GB/T265 方法为准。</p> <p>^f 也可用 SH/T 0604 进行测定, 结果有异议时, 以 GB/T 1884 和 GB/T 1885 方法为准。</p> <p>^g 脂肪酸甲酯应满足 GB/T 20828 的要求, 也可采用 GB/T 23801 进行测定, 结果有异议时, 以 NB/SH/T 0916 方法为准。</p>								

5.6 主要试验验证及指标限值的确定

5.6.1 氧化安定性

氧化安定性是指柴油在抵抗大气或氧气的作用而保持其性质不发生永久变化的能力。总不溶物是表示柴油热氧化安定性的指标, 它反映了柴油在受热和有溶解氧的作用下发生氧化变质的倾向。只有储存安定性、热安定性较好的柴油, 才能保证柴油机的正常工作, 安定性差的柴油, 长期储存, 可在油罐和油箱底部、油库管线内及发动机燃油系统生成不溶物。本标准参考国 VI 和欧盟相关标准的测试方法, 即 SH/T 0175 《馏分燃料油氧化安定性测定法 (加速法)》。

在本标准制定过程中, 为充分考察煤液化调和柴油的氧化安定性, 采用基准柴

油 GJ（满足 GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》附录 K 基准燃料的技术要求）、国五柴油 GV（满足 GB/T 19147-2013《车用柴油》技术要求的市售国 V 柴油）、煤液化调和柴油 DBCL 三种样品进行储存安定性试验（试验结果见表 4），结果表明：室温避光储存 12 个月后，三种样品在储存期内总不溶物均小于《车用柴油（VI）》GB/T 19147-2016 中规定的不大于 2.5mg/100mL 的要求，DBCL 在储存期内总不溶物均<0.3mg/100mL，GJ 和 GV 的总不溶物前三个月一直保持<0.3mg/100mL，储存六个月后总不溶物略有增加，说明 DBCL 的氧化安定性优于 GJ 和 GV。为此，结合煤液化调和柴油质量特点，本标准规定氧化安定性指标不大于 1.0mg/100mL，测定方法参考国 VI 车用柴油标准（GB/T 19147-2016）采用 SH/T 0175《馏分燃料油氧化安定性测定法（加速法）》。

表 4 氧化安定性试验数据

样品编号	总不溶物/(mg/100mL)			
	0	3 个月	6 个月	12 个月
DBCL	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
GJ	<0.3	<0.3	<0.3	0.3
GV	<0.3	<0.3	0.3	0.4

5.6.2 硫含量

硫含量是车用柴油性质的一个重要指标，用来表征车用柴油的腐蚀性能以及对尾气控制装置的影响。近些年来，随着环保意识的不断加强，产品中的硫含量也越来越受到人们的关注，并且一直在呈不断下降的趋势。根据国外研究表明，车用柴油中硫的存在会导致机动车尾气排放处理系统的中毒，从而大幅度降低有害气体的转化效率，造成排放过量，严重影响环境。同时硫的存在还会增加柴油发动机颗粒物的排放，对人体健康不利。为此在技术条件允许的情况下，应尽可能减低柴油中的硫含量，有利于环境保护。

硫在柴油机运转过程中大部分形成气态 SO₂ 后排出发动机，其余小部分被继续氧化成硫酸盐，硫酸盐和吸附水一起以碳核为中心结合为颗粒物，增加了颗粒物的质量。通常硫转化为硫酸盐的比例仅为 1%，因此对颗粒物的排放量影响较小，但是当发动机采用氧化型后处理系统时，这种转化有时会达到 100%，因此采用氧化型后处理系统的发动机的 PM 排放与燃油的硫含量有很大关系。

欧 IV 排放阶段对柴油机的 PM 和 NO_x 限值进一步降低，后处理技术将被逐步

采用以满足排放法规的严格要求，如 NO_x 吸附器、选择性催化还原（SCR）、柴油机微粒捕集器（DPF）等，但这些先进的后处理都对硫十分敏感。

硫可以使 NO_x 吸附器的吸附剂（例如金属钡）中毒，导致催化效率下降。硫燃烧后形成的 SO₂ 会与吸附剂发生反应而生成硫酸盐，使吸附催化剂失去活性。

在 SCR 的催化过程中，燃油中的硫通过 S→SO₂→SO₃→NH₄HSO₄ 或(NH₄)₂SO₄，的途径生成 NH₄HSO₄ 或(NH₄)₂SO₄，它们沉积在催化剂表面使其失活。虽然 SCR 系统对硫的敏感度程度不及 NO_x 吸附器等后处理系统，但是降低柴油硫含量对于 SCR 的正常工作是有益的。

柴油机颗粒捕集器（DPF）被公认为柴油机颗粒排放后处理的主要方式。由于燃油中硫的存在，硫在氧化条件下转变为气态硫化物后，经 DPF 排入大气后会形成二次硫酸盐颗粒物，造成 DPF 捕集器效率降低，同时硫酸盐在 DPF 中的沉积也会加速 DPF 的堵塞，缩短颗粒捕集器的寿命。

从欧洲在执行不同阶段排放法规和相对应的车用柴油标准的比较（表 5）可以看出，欧盟对应于欧 IV 和欧 V 排放阶段时车用柴油中的硫含量限值分别为不大 50mg/kg 和 10mg/kg。参照欧盟在执行欧 V 阶段排放要求时对车用柴油中硫含量的规定，我国将车用柴油（IV）和车用柴油（V）中的硫含量指标分别确定为“质量分数不大于 50mg/kg”和“质量分数不大于 10mg/kg”，车用柴油（VI）对硫含量未做修订。

表 5 欧洲执行不同阶段排放要求时对柴油中硫含量的要求

排放要求	对应的欧盟标准	硫含量/（mg/kg）
欧 I	EN 590-1993	2000
欧 II	EN 590-1998	500
欧 III	EN 590-1999	350
欧 IV	EN 590-2004	50/10
欧 V	EN 590-2009	10
欧 VI	EN 590-2013	10

煤液化调和柴油以煤为原料，采取直接液化多次加氢或间接液化费托合成工艺制取，产品硫含量均可以做到 10mg/kg 以下，具体统计如表 6。

表 6 煤液化调和柴油硫含量统计/（mg/kg）

指标	样本数	最小值	最大值	中值	平均值
数值	83	0	3.68	1.84	0.745

为体现煤液化调和柴油产品的质量优势，将硫含量确定为不大于 8mg/kg，测定方法参考国 VI 车用柴油标准（GB/T 19147-2016）采用 SH/T 0689《轻质烃及发动机燃料和其他油品的总硫含量测定法（紫外荧光法）》、GB/T 11140《石油产品硫含量的测定（波长色散 X 射线光谱法）》和 ASTM D7039《汽油、柴油、喷气燃料、煤油、生物柴油、生物调合柴油以及乙醇汽油中硫含量的测定（单波长色散 X 射线荧光光谱法）》方法测定，结果有争议时，以 SH/T 0689 为准。

5.6.3 酸度

柴油的酸度是指中和 1g 油品中酸性物质所需要的 KOH 的毫克数。它表示柴油中有机酸的含量。酸度大的燃料会使零部件的表面腐蚀并加剧喷油泵柱塞附件的磨损，增加喷油器顶部和燃烧室积碳，从而导致燃料雾化性劣化以及降低柴油机输出功率和加剧气缸组件的磨损。酸度还是衡量油品腐蚀性和使用性能的重要依据。

由于随着车用柴油硫含量降低后，柴油的润滑性出现一些问题，需要添加一定量的润滑性改进剂来提高车用柴油的润滑性，以达到标准中的指标限值。目前一些添加剂生产商推出脂肪酸型的润滑性改进剂，具有添加剂量低，效果明显的特点，但是该类型添加剂的加入，会导致车用柴油酸度的提高。《车用柴油（V）》GB/T 19147-2013 标准制订过程中，为了确保车辆的正常使用，要求车用柴油的酸度不大于 7mgKOH/100mL。鉴于我国柴油标准中酸度不大于 7mgKOH/100mL 的规定已要求多年，并且在车辆的使用中未发现异常，国 VI 标准对此也未做修订。为此，本标准参照国 V 标准，规定煤液化调和柴油的酸度不大于 7mg/100mL。测定方法为 GB/T 258《轻质石油产品酸度测定法》。

5.6.4 残炭（10%蒸余残留物）

10%蒸余物残炭简称残炭。残炭是在规定的条件下，燃料在球形物中蒸发和热裂解后生成炭沉积倾向的量度。它可在一定程度上大致反映柴油在喷油嘴和气缸零件上形成积炭的倾向。残炭值大，说明柴油容易在喷嘴和气缸零件上形成积碳，导致散热不良，机件磨损加剧，缩短发动机寿命。残炭的含量取决于油品中芳香烃等不饱和烃的含量，煤液化调和柴油的加工过程中经过多次加氢，绝大部分不饱和烃被加氢饱和，因而残炭含量较石油基产品大幅下降。为体现煤液化调和柴油产品的

质量优势，本标准将 10%蒸余物残炭值定为不大于（质量分数）0.1%，较国 VI 和欧 VI 车用柴油标准不大于（质量分数）0.3%限值大幅降低。测定方法参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）中规定方法，为 GB/T 17144《石油产品残炭测定法（微量法）》，也可采用 GB/T 268《石油产品残炭测定法（康氏法）》，若柴油中有硝酸酯型十六烷值改进剂时，10%的蒸余残留物测定使用不加硝酸酯的基础燃料进行。表 7 为煤制油公司煤液化调和柴油残炭统计。

表 7 煤液化调和柴油残炭统计/%（质量分数）

指标	样本数	最小值	最大值	中值	平均值
数值	83	0.01	0.04	0.025	0.027

5.6.5 灰分

来自柴油和润滑油的灰分残留在柴油车排气中，并被 DPF 过滤，导致排气背压过早升高和汽车操控性问题，因此必须限制柴油产生的灰分，本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）和欧 VI 车用柴油标准（EN 590-2013），将柴油灰分定为不大于（质量分数）0.01%，测定方法为 GB/T 508《石油产品灰分测定法》。表 8 为煤液化调和柴油灰分统计。

表 8 煤液化调和柴油灰分统计/%（质量分数）

指标	样本数	最小值	最大值	中值	平均值
数值	83	0.002	0.007	0.0045	0.00415

5.6.6 铜片腐蚀

油品中某些活性硫化物可产生铜片腐蚀，通过铜片腐蚀试验可判断燃料油中是否含有能腐蚀金属的活性硫化物。含硫化合物对发动机的工作寿命影响很大，其中的活性硫化物对金属有直接的腐蚀作用。所有的含硫化合物在气缸内燃烧后都生成 SO₂、SO₃，这些氧化硫不仅会严重腐蚀高温区的零部件，而且会与气缸壁上的润滑油起反应，加速漆膜的磨损和积炭的形成。

通过铜片腐蚀试验还可以预知燃料在使用时对金属腐蚀的可能性。燃料在运输、贮运和使用过程中，都面临同金属材料接触的问题。燃料所接触的金属中，除钢铁外，尚有铜铝合金、铝合金等。尤其对内燃机气化系统和供油系统中的金属接触更为密切，故要求油品铜片腐蚀必须合格。本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）规定，将铜片腐蚀（50℃,3h）定为不大于 1 级，测定方法为 GB/T 5096

《石油产品铜片腐蚀试验法》。

5.6.7 水含量

柴油中如有较多的水含量，在燃烧时将降低柴油的发热值，在低温下会结冰，从而使柴油机的燃料供给系统堵塞，因此本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016），规定柴油中水含量（体积分数）不大于痕迹，测定方法为 GB/T 260《石油产品水分测定法》，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，也可采用 GB/T 11133《石油产品、润滑油和添加剂中水含量的测定（卡尔费休库伦滴定法）》和 SH/T 0246《轻质石油产品中水含量测定法（电量法）》测定，结果有争议时，以 GB/T 260 方法为准。

5.6.8 总污染物含量

油品在生产、储运过程中，难免会受到一些诸如灰尘、锈粒等外来物质的污染，同时也有可能由于自身分解、微生物滋生而被污染，这些污染物会存在于燃料中，并且随着燃料带入到发动机的喷油设备中。由于现代柴油发动机喷油装置通常十分精密，易受到因颗粒物存在而发生磨损，或由于其它类型的污染而发生粘附的问题，因此在车用柴油标准中通常都会有杂质含量的技术要求。欧盟标准中是以总污染物含量来限制柴油中的杂质含量，试验方法为 EN 12662：2012《液体石油产品 中间馏分油中污染物的测定》，指标限值为不大于 24mg/kg。与检测方法为 GB/T 511-2010《石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法》的机械杂质指标相比，欧盟 EN 12662 方法更适应于现代柴油发动机精密喷油装置的要求。国内一些柴油发动机生产厂商也一直呼吁国内应采用该欧盟试验方法来监控车用柴油的机械杂质。为此，国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）参照欧盟标准将机械杂质指标修订为总污染物含量。采用该方法对煤液化调和柴油进行了分析，其结果显示煤液化调和柴油中的总污染物含量均可以满足国 VI 标准中规定的小于 24mg/kg 的要求（见表 9）。因此，本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016），规定柴油中总污染物含量不大于 24mg/kg，测定方法为 GB/T 33400《中间馏分油、柴油及脂肪酸甲酯中总污染物含量测定法》。

表 9 试验油样分析

样品编号	GJ	DBCL-1	DBCL-2	DBCL-3	DBCL-4	DBCL-5	DBCL-6
------	----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

密度 (20℃) /(kg/m ³)	831.0	815.7	805.6	814.7	810.5	797.8	806.9
总污染物含量 (mg/kg)	4.0	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0

5.6.9 运动黏度

运动黏度是表征柴油流动性的主要指标之一，是柴油重要的使用性能指标，与柴油额供给量、雾化性、燃烧性和润滑性均有密切的关系，对柴油在缸内雾化混合以及燃烧均有影响。高速柴油机在运行时，喷油时间每次只有 0.001~0.002 秒，要在如此短的时间内使喷入的柴油汽化自燃，雾滴直径不能超过 0.025mm，才能保证完全燃烧。柴油运动黏度过小时，就容易从高压燃油系统密封结构之间的间隙中漏出，影响燃油系统中高压的建立，也会降低高压燃油系统中摩擦面之间的润滑性，加速磨损。同时，柴油的运动黏度越小，雾化后液滴直径就越小，油束射程也越短，因而不能更好地与汽缸中空气均匀混合，会造成燃烧不完全。比如，根据相关研究结果，对于-20℃燃料等级，欧洲标准 EN 590 规定 40℃运动黏度最小为 1.5mm²/s，这是提供高压燃料泵中润滑膜充分厚度的最小运动黏度。柴油运动黏度过大会造成供油系统燃油流动阻力增大，流动困难，增加供油系统负荷；同时，运动黏度提高使燃油液滴间作用力增加，燃油射流破碎的油滴的直径过大，油流的射程过长，使油滴的有效蒸发面积减小，蒸发速度减慢，这样也会使混合气组成不均匀、燃烧不完全、燃料的消耗量增大。因此为了确保柴油发动机的性能优化，柴油应具有适宜的运动黏度范围。

本标准制定过程中，为了充分考察煤液化调和柴油的运动黏度对发动机使用性能的影响，采用了多种不同运动黏度的试验油（见表 10），分别进行了喷雾、喷射及发动机性能试验。由图 1 的喷射特性试验结果可见，与 GJ 相比，DBCL 的喷油速率略大，喷油持续期及循环喷油量相当。由图 2 的喷雾试验结果可见，DBCL 的喷雾贯穿距、喷雾面积和喷雾锥角随时间的变化趋势与 GJ 类似，DBCL 的喷雾面积和喷雾锥角比 GJ 大，喷雾雾化质量比 GJ 好。由图 3 的发动机台架试验结果可见，煤液化调和柴油运动黏度能够满足发动机使用要求，与 GJ 相比，DBCL 动力性相当，经济性略优，排放性能能够满足中国第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）排放要求。DBCL-20 和 DBCL-20-V 两个样品除运动黏度相差 0.5 个单位外，其它性质几乎相同，采用这两个样品考察运动黏度对发动机使用性能的影响。试验结果表明：运动黏度由 2.5 降低至 2.0 后，对喷雾、喷射、发动机动力性、经济性及排

放性几乎没影响（见图 1、图 2、图 3）。

表 10 试验油样分析

样品编号	GJ	DBCL	DBCL-20-V	DBCL-20	DBCL-50
密度 (20°C)/(kg/m ³)	831.0	815.7	797.3	797.8	806.9
运动黏度 (20°C)/(mm ² /s)	4.6	2.8	2.5	2.0	2.0

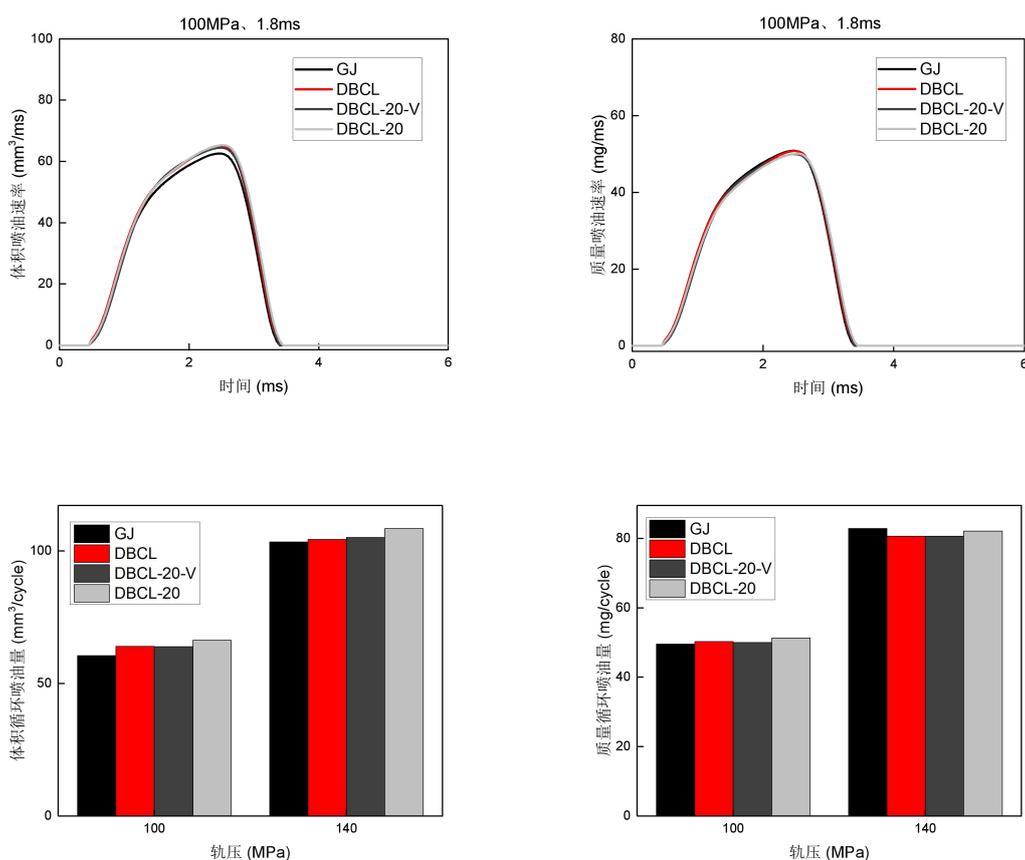


图 1 喷射试验

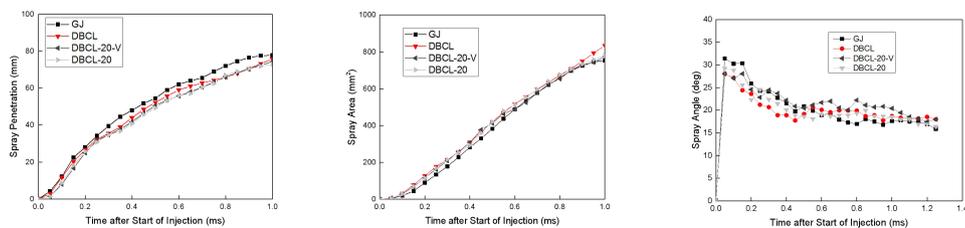
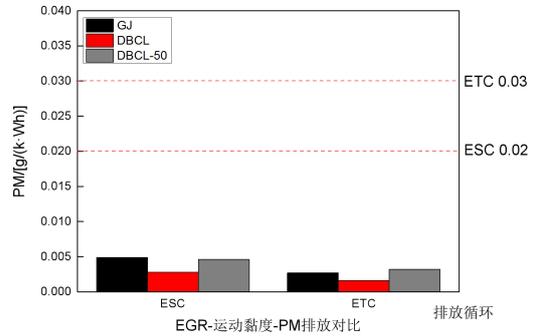
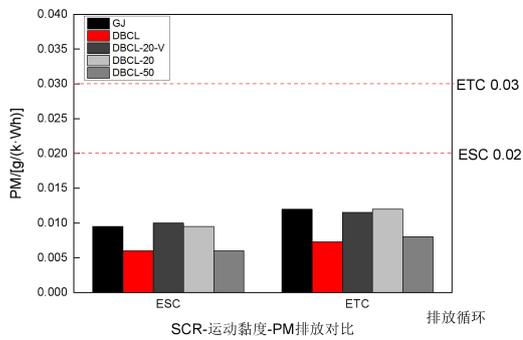
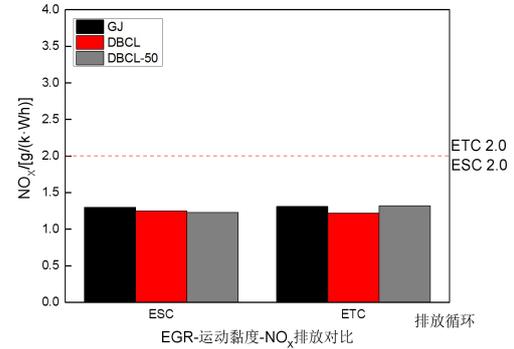
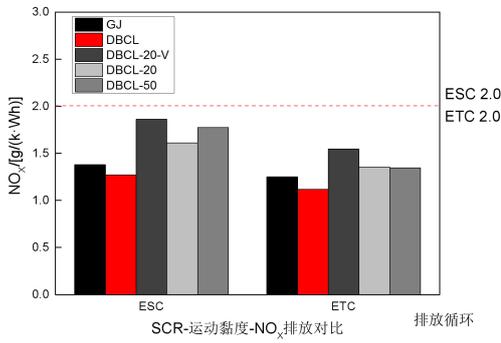
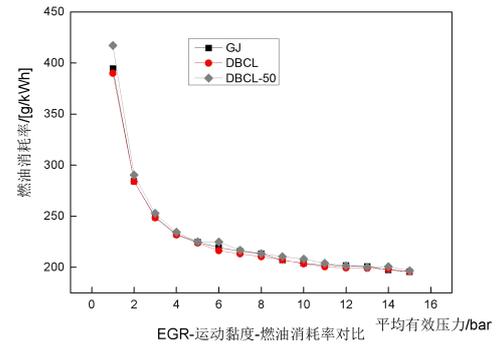
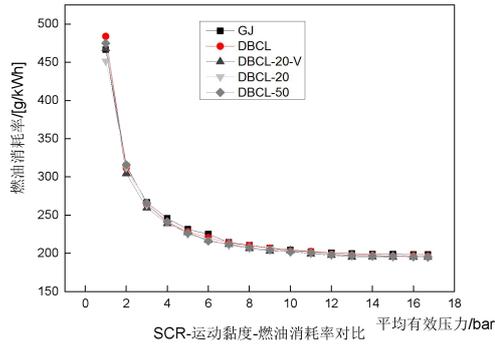
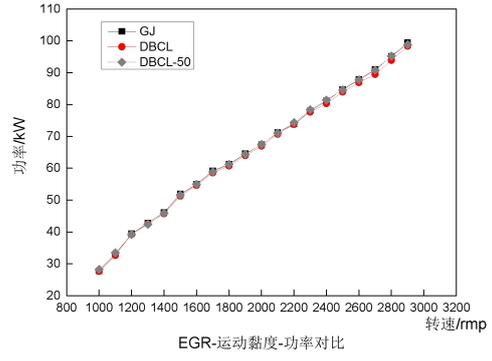
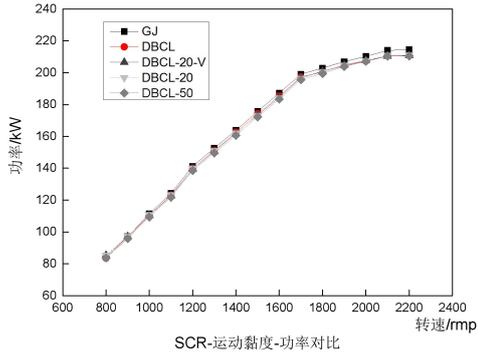


图 2 喷雾试验



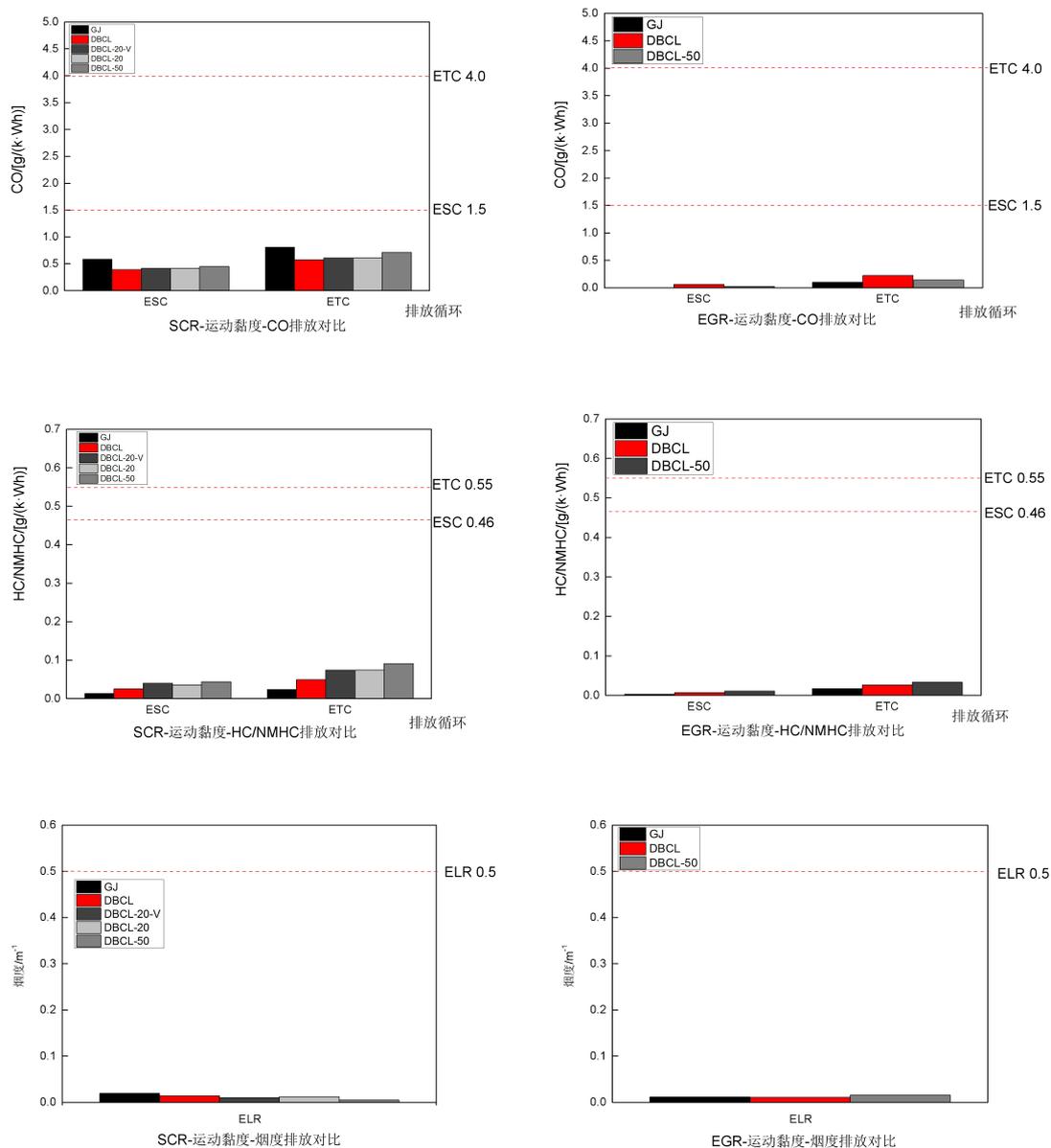


图3 发动机台架试验

为满足柴油硫含量低于 10mg/kg 的要求，国内大部分的炼油生产企业采用的工艺主要为加氢裂化和加氢精制，然而这些工艺的实施会在一定程度上导致柴油密度和运动黏度的降低，目前北京地方标准所规定的柴油运动黏度限值上就反映了这一趋势。本标准参考京 VI 车用柴油地方标准（DB11/ 239-2016），结合煤液化调和柴油性质规定运动黏度（20℃）“5 号、0 号为 2.5 mm²/s~7.5 mm²/s，-10 号、-20 号为 2.0 mm²/s~7.5 mm²/s，-35 号、-50 号为 1.5 mm²/s~6.5 mm²/s”，测定方法为 GB/T 265 《石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法》，也可采用 GB/T 30515 《透明和不透明液体石油产品运动黏度测定法及动力黏度计算法》进行测定，结果有异议

时以 GB/T 265 方法为准。

5.6.10 凝点、冷滤点

凝点、冷滤点是评价柴油低温流动性能的指标，是柴油的重要性能指标之一，其指标的高低表征了柴油在不同温度下的可流动性能。柴油在低温下的流动性能，不仅关系到柴油机燃料供给系统在低温下能否正常供油，而且与柴油在低温下的储存、运输等作业能否正常进行有密切的关系。凝点反映了柴油试样开始失去流动性的温度，冷滤点为柴油试样通过过滤器的流量每分钟不足 20mL 时最高温度。一般情况下，柴油的选用是依照环境温度的高低来进行不同牌号柴油的选择。我国现行的标准将车用柴油按凝点分为了六个不同牌号，以适应不同环境下的使用要求。同时也规定了相应的冷滤点指标限值。而在欧洲标准中，以浊点和冷滤点来表征柴油的低温流动性。煤液化调和柴油样品凝点、冷滤点测试数据列于表 11。

表 11 煤液化调和柴油试验样品凝点、冷滤点

	样品 -1	样品 -2	样品 -3	样品 -4	样品 -5	样品 -6	样品 -7	样品 -8	样品 -9
密度 (20℃) / (kg/m ³)	832.6	814.7	805.6	815.7	822.2	797.8	810.9	807.1	806.7
运动黏度 (20℃) / (mm ² /s)	2.8	3.0	2.8	2.8	2.8	2.1	2.2	1.9	1.9
十六烷值	53	53	57	53	52	52	50	49	47
凝点/℃	-30	-20	-22	-28	-30	-30	-34	-48	<-50
冷滤点/℃	-25	-14	-16	-20	-25	-17	-24	-41	-44

本标准参考国 VI 车用柴油标准 (GB 19147-2016) 要求，规定 5 号、0 号、-10 号、-20 号、-35 号、-50 号柴油凝点不高于 5℃、0℃、10℃、-20℃、-35℃、-50℃，冷滤点不高于 8℃、4℃、-5℃、-14℃、-29℃、-44℃，测定方法为 GB/T 510《石油产品凝点测定法》和 SH/T 0248《柴油和民用取暖油冷滤点测定法》。

5.6.11 闪点

柴油闪点是指在规定条件下，加热到它的蒸汽与火焰接触发生瞬间闪火时的最低温度。油品的危险等级是根据闪点来划分的。闪点越高越安全。

2015 年 2 月，国家安全监管总局发布了新版《危险化学品目录》(2015 版)，将“柴油 (闭杯闪点≤60℃)”纳入到危险化学品目录中。并且在 2015 年 8 月下发的“国家安全监管总局办公厅关于印发危险化学品目录 (2015 版) 实施指南 (试行)

的通知（安监总厅管三〔2015〕80号）”中明确规定：对生产、经营柴油的企业（每批次柴油的闭杯闪点均大于60℃的除外）按危险化学品企业进行管理。根据上述规定，需要对国内炼油设施、储运设施、消防设施、加油站等相关设施等进行改造并取得消防认证，其工程量及耗资是巨大。为了提高柴油的安全性，减少不必要的装置改造，国VI车用柴油标准（GB 19147-2016）将5号、0号和-10号车用柴油的闪点限值提高至不低于60℃。而对于低凝柴油则维持原有的规定不变。

本标准参考国VI车用柴油标准（GB 19147-2016）要求，规定5号、0号和-10号车用柴油的闪点限值不低于60℃，-20号柴油闪点不低于50℃，-35号、-50号柴油闪点不低于45℃，测定方法为GB/T 261《闪点的测定 宾斯基—马丁闭口杯法》。

5.6.12 十六烷值

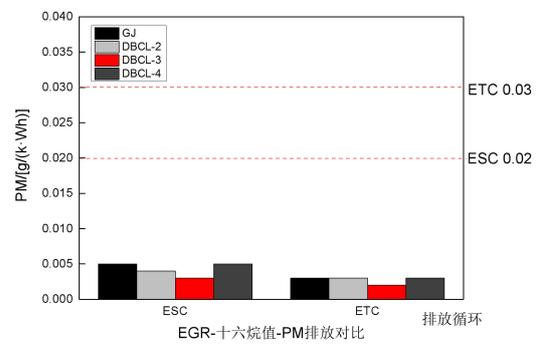
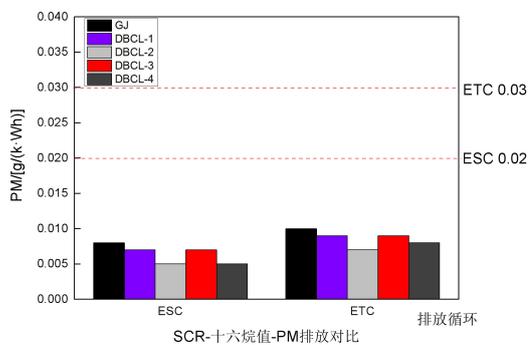
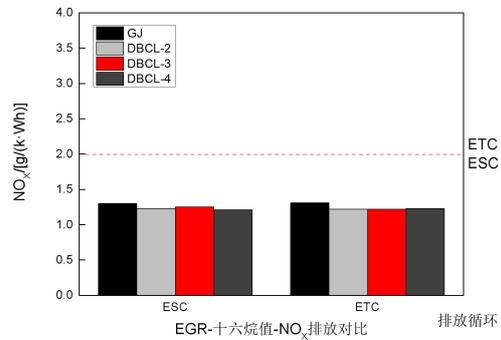
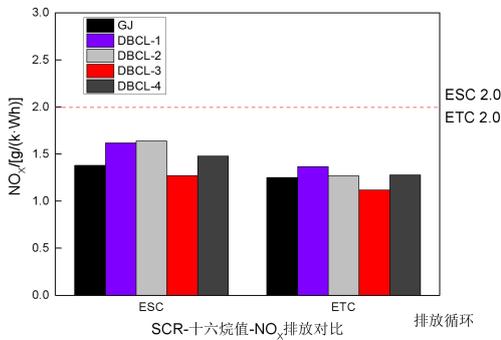
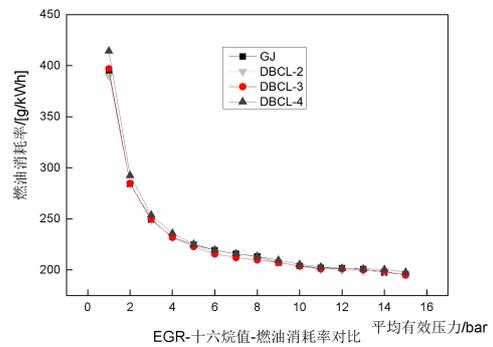
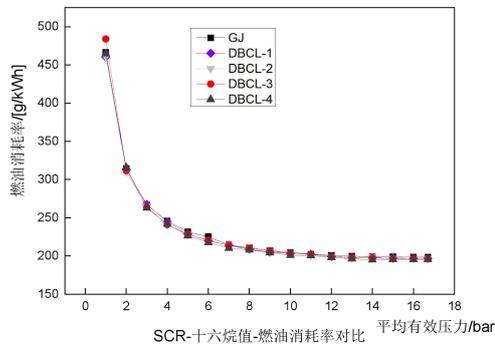
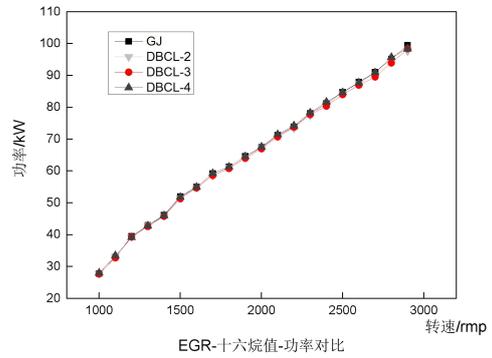
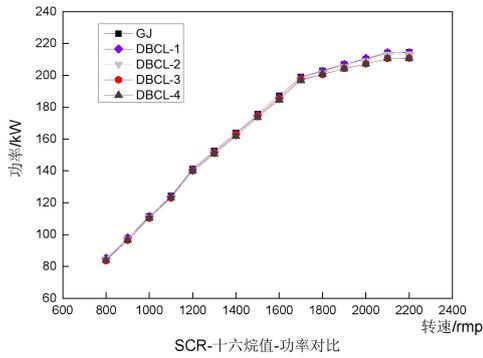
柴油的十六烷值代表着柴油燃料在发动机中着火性能的一个约定量值，表示柴油在柴油机中燃烧时的自燃性能。柴油的十六烷值高，表明该燃料在发动机中的着火性能良好，滞燃期短，燃烧均匀且完全，发动机工作平稳。增加十六烷值可降低NO_x、CO和HC排放、降低燃烧噪声。但十六烷值过高（如大于65），也会由于局部不完全燃烧，而产生少量黑色排烟。目前该项性能的要求上，国外标准的规定也不尽相同，均是根据本国的柴油组分特点、车辆的需求以及排放的要求而进行规定。例如在欧洲车用柴油标准EN 590-2013标准中规定，“十六烷值不低于51，十六烷指数不低于46”；美国的柴油燃料规格ASTM D975-15C.8583中规定，对于柴油的着火性要求是，“十六烷值不小于40，十六烷指数不低于40”；日本的柴油标准JISK2204：2007 Diesel Fue中规定柴油十六烷值不低于50，我国现行的国VI车用柴油标准（GB 19147-2016）中要求柴油的十六烷值为不低于51。

本标准制定过程中，为了充分考察煤液化调和柴油的十六烷值对发动机使用性能的影响，采用了一组不同十六烷值的试验油（见表12），分别进行了发动机性能试验（见图4），结果表明：对于十六烷值大于47的煤液化调和柴油能够满足我国第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）要求。为此，本标准参照国VI车用柴油标准（GB 19147-2016）要求，规定十六烷值分别为不低于51、49、47，测定方法为GB/T 386《柴油十六烷值测定法》。

表 12 试验油样性质

	GJ	DBCL-1	DBCL-2	DBCL-3	DBCL-4
--	----	--------	--------	--------	--------

密度 (20°C) /(kg/m ³)	831.0	830.8	822.5	815.7	805.6
十六烷值	53	47	49	53	57



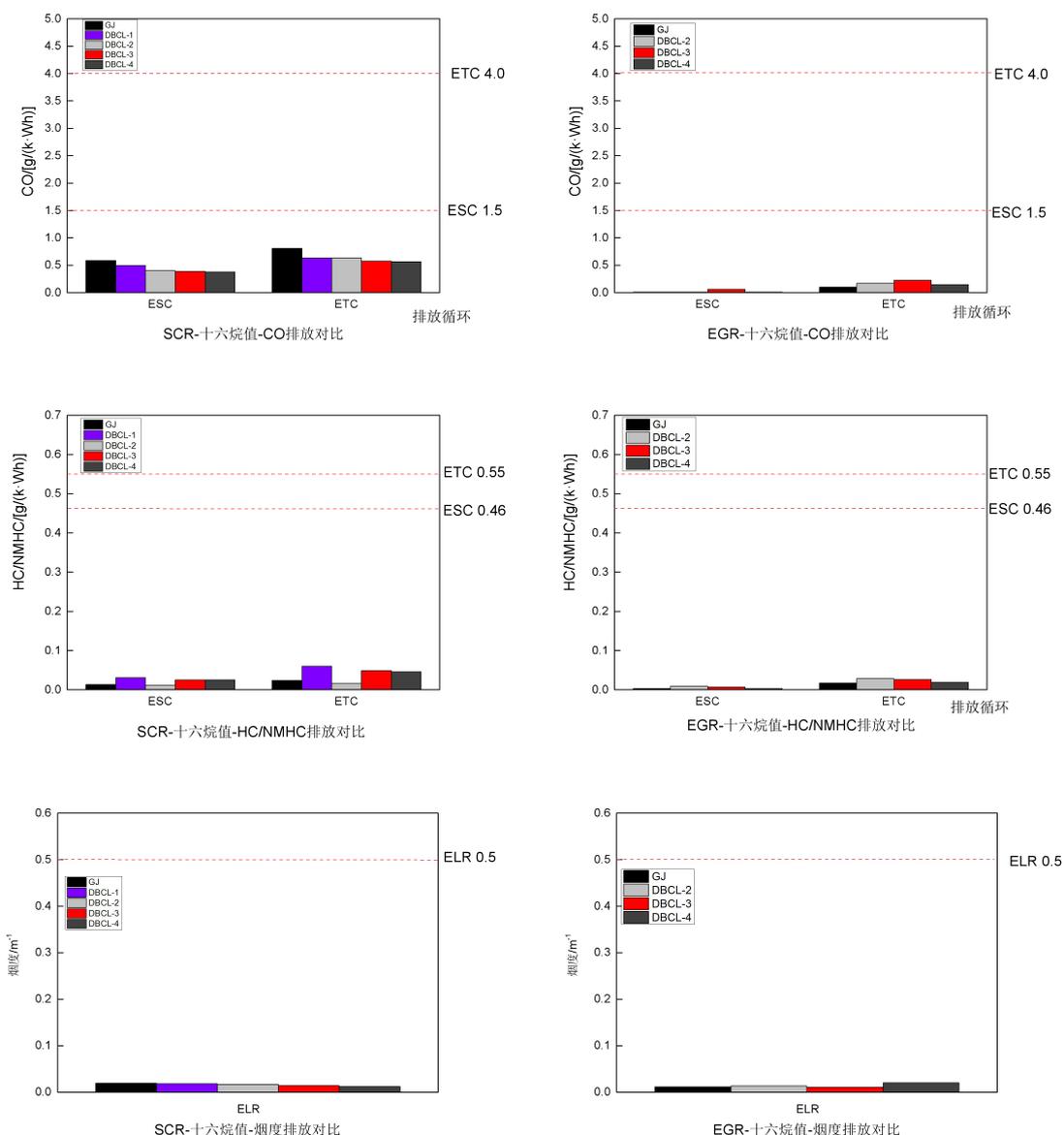


图 4 发动机试验数据

5.6.13 十六烷指数

十六烷指数表示柴油在发动机中着火性能的一个计算值，是间接评价柴油着火性质的方法。该值从柴油的标准密度和馏出温度与实测的十六烷值关联得出的经验公式计算而得，其大小与柴油化学组成有密切关系。在无法进行发动机试验或试样量较少，不足以用发动机试验测定十六烷值时，估计十六烷值较为有效的方法是计算十六烷指数。

我国现行的车用柴油国家标准中规定的十六烷指数计算公式是利用一定范围石油基柴油的物理参数拟合得到的经验公式，仅适用于石油基柴油。由于原料及加工工艺的不同，使得煤液化调和柴油与石油基柴油在组成和性质上存在一定的差

异，不能完全适用于现行标准中规定的十六烷指数计算方法。为此，本标准制定过程中，按照 GB/T 1884 标准试验方法测定得到煤液化调和柴油的 15℃ 密度（精确至 0.0005g/mL），按照 GB/T 6536 标准试验方法测定得到煤液化调和柴油在标准大气压下的 10%、50%和 90%回收温度（精确至 1℃），参照 SH/T 0694《中间馏分燃料十六烷指数算法（四变量公式法）》拟合得到煤液化调和柴油的十六烷指数计算公式，建立了适合于煤液化调和柴油使用的方法 NB/T XXXX《煤液化调和柴油馏分燃料十六烷指数算法四变量公式法》。

随着车用柴油的推广使用，一些炼油生产企业不断反映由于目前柴油组成的变化，在产品检验中发现柴油的十六烷指数经常高于柴油的十六烷值，有的甚至差值较大。从收集到的一些炼油厂的测定数据看，最大的差异高达 6 个单位。在原 GB 19147-2009 标准中，对车用柴油“着火性”的要求是：十六烷值和十六烷指数满足其一即可，这样就出现了当柴油的十六烷指数达到技术指标限值要求 46 时，有可能柴油的十六烷值会低于 46，可能会导致车用柴油的十六烷值无法满足现代柴油发动机的设计要求，引起柴油发动机燃烧的异常，造成发动机的损坏。因此为保证车用柴油的着火性满足发动机的要求，在国 V 车用柴油标准（GB 19147-2013）标准修订中，同时规定柴油的十六烷值和十六烷指数。本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）要求，规定利用煤液化调和柴油十六烷指数计算公式得到的十六烷指数不小于 46、46、43。

5.6.14 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。50%回收温度越低，说明柴油中的轻馏分越多，柴油机易于启动，小于 300℃ 馏分含量越高，则耗油量越小。90%和 95%回收温度越低，说明柴油中重馏分越少。本标准参考国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）要求，将柴油的 50%、90%和 95%回收温度分别定为不高于 300℃、355℃和 365℃，测定方法为 GB/T 6536《石油产品常压蒸馏特性测定法》。

5.6.15 多环芳烃含量

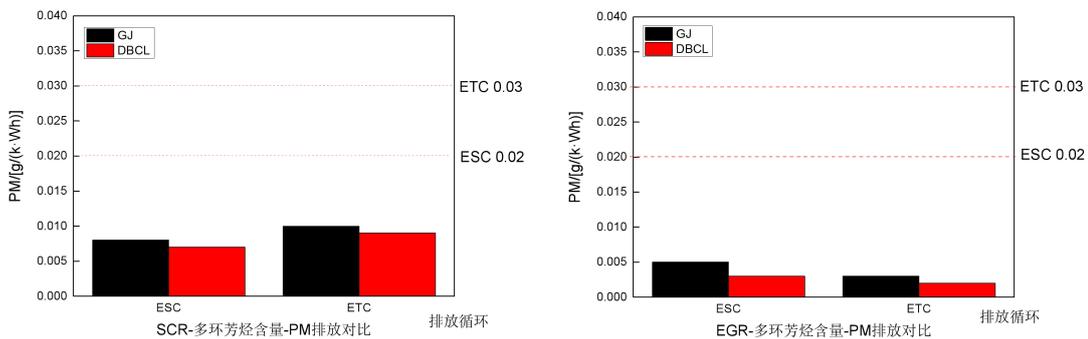
多环芳烃是指分子中含有两个或两个以上苯环的碳氢化合物。标准中所述的多环芳烃是指除单环芳烃以外的带有双环及双环以上的芳烃，主要为萘类、茚类、蒽烯类以及三环以上的芳烃等。多环芳烃在其生成、迁移、转化和降解过程中，通过呼吸道、皮肤、消化道进入人体，毒性很大，对中枢神经、血液作用很强，尤其是

带烷基侧链的多环芳烃，对粘膜的刺激性及麻醉性极强，极大地威胁着人类的健康，多环芳烃也是导致肺癌发病率上升的重要原因。

柴油中的芳烃含量是影响柴油机排放的一个主要因素。有国外研究表明，柴油中的芳烃含量由 10%增加到 35%时，颗粒物（PM）排放会由 8.1%增加到 12.9%，同时随着芳烃含量的增加，HC、CO 和 NO_x 的排放均有所上升。分析芳烃增加导致柴油机颗粒物增加的主要原因在于，芳烃在较高的温度下不容易发生环的断裂和氧化，而是更加容易直接发生缩聚，生成多环芳烃的炭烟前体，从而加剧了颗粒物的形成。本标准制定过程中，为考察多环芳烃含量对颗粒物排放的影响，采用基准柴油 GJ 和煤液化调和柴油 DBCL（样品性质见表 13）进行发动机排放试验（试验结果见图 5）。结果表明：DBCL 的多环芳烃含量较 GJ 低 3.2 个单位，在 SCR 发动机上 DBCL 颗粒物排放的 ESC 循环较 GJ 降低了 11.4%，ETC 循环降低了 1.1%，负荷烟度较 GJ 降低了 25.7%；在 EGR 发动机上 DBCL 颗粒物排放的 ESC 循环较 GJ 降低了 40%，ETC 循环降低了 33%，负荷烟度较 GJ 降低了 2.6%。

表 13 试验样品性质

样品编号	GJ	DBCL
密度（20℃）/（kg/m ³ ）	831.0	815.7
硫含量/（mg/kg）	4.0	<0.2
多环芳烃（质量分数）/%	3.5	0.3
十六烷值	53	53



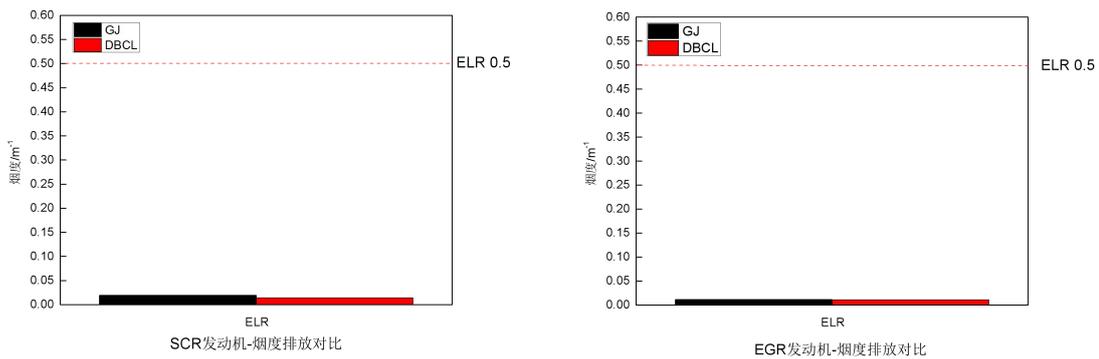


图 5 发动机 PM 排放及负荷烟度试验

随着汽车排放法规对颗粒物排放要求的加严，柴油中的多环芳烃含量也逐步受到关注。因此在欧盟车用柴油标准中对多环芳烃含量进行控制，并且随着排放法规的不断严格，其含量限值也在逐步降低，目前欧盟最新的车用柴油标准中已将多环芳烃质量分数由原来的不大于 11%降低至不大于 8%，我国现行的国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）也将多环芳烃质量分数限值由原来的不大于 11%降低为不大于 7%，严于现行欧盟车用柴油标准中对多环芳烃含量的技术要求。

煤液化调和柴油由于在加工过程中采取多次加氢或费托合成工艺制取，产品中芳烃含量很低，根据以往的分析数据统计煤液化调和柴油多环芳烃含量均在 2%（质量分数）以下，远低于现行国家标准 7%（质量分数）的限制。因此，本标准制定将多环芳烃含量指标定为不大于 2%，测定方法采用 SH/T 0806《中间馏分芳香含量的测定 示差折光检测器高效液相色谱法》，也可采用 SH/T 0606《中间馏分烃类组成的测定方法（质谱法）》进行测定，结果有异议时，以 SH/T 0806 方法为准。

5.6.16 润滑性

柴油在发动机中既作为燃料又作为输油泵和高压油泵的润滑剂，如果柴油的润滑性不好，无法为油泵提供可靠的润滑，将导致发动机的精密部件过度磨损、配合精度下降、柴油雾化不良、发动机功率不足或怠速不稳等问题，造成发动机寿命降低，严重时可能引起油泵漏油。在 20 世纪 90 年代初，低硫精制柴油投放市场后，汽车燃料泵磨损事故率呈成倍增加之势。为此精制柴油的润滑性问题开始引起了人们的普遍关注。当柴油脱硫超过一定程度时，含在柴油中具有润滑性的物质就会随着降硫过程而被除去，从而导致柴油润滑性能降低，为此目前的车用柴油都要求对润滑性有一定的要求。本标准对车用柴油的润滑性要求参照国 VI 车用柴油标准(GB 19147-2016) 要求，将润滑性指标磨痕直径（60℃）规定为不大于 460μm，测定方

法为 SH/T 0765《柴油润滑性评定法（高频往复试验方法）》。

5.6.17 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，柴油密度过高，会影响柴油的雾化性能，不利于形成良好的混合气体，使燃烧劣化，从而降低柴油的经济性；但如果柴油密度过低，则会造成运动黏度下降，可能导致泄漏问题发生，密度过低也会导致热值下降油耗增加。减小柴油密度，会降低柴油车 PM 排放和重型柴油车 NO_x 排放，增加燃油油耗，降低输出功率，柴油密度变化影响排放控制系统工作。因此，须将柴油密度变化控制在一个较小的范围内。

现行国 VI 车用柴油标准从减排环保角度出发，将密度限值范围修订与欧盟车用柴油的密度要求保持一致。本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）要求，结合产品的车辆耐久性试验数据、发动机台架试验数据和密度分析数据，规定 5 号、0 号、-10 号车用柴油的密度限值为 810kg/m³~845kg/m³；-20 号、-35 号和-50 号的车用柴油密度限值为 790kg/m³~840kg/m³，测定方法为 GB/T 1884《原油和液体石油产品密度实验室测定法（密度计法）》和 GB/T 1885《石油计量表》，也可采用 SH/T 0604《原油和石油产品密度测定法（U 形振动管法）》进行测定，结果有异议时，以 GB/T 1884 和 GB/T 1885 方法为准。

5.6.18 脂肪酸甲酯

车用柴油中的脂肪酸甲酯组分主要来源于调和过程中所使用的生物柴油，控制车用柴油脂肪酸甲酯的含量主要用于控制车用柴油在调和过程中生物柴油的添加量，研究表明在车用柴油调和过程中当生物柴油掺合比例提高至 20%（体积分数）以上时，有可能带来喷油系统堵塞，发动机沉积等问题。为合理控制煤液化调和柴油在生产过程中生物柴油的添加比例，本标准参照国 VI 车用柴油标准（GB 19147-2016）要求将脂肪酸甲酯含量定为不大于 1%（体积分数），测定方法为 NB/SH/T 0916《柴油燃料中生物柴油（脂肪酸甲酯）含量的测定（红外光谱法）》，也可采用 GB/T 23801《中间馏分油中脂肪酸甲酯含量的测定（红外光谱法）》进行测定，结果有异议时，以 NB/SH/T 0916 方法为准。脂肪酸甲酯应满足 GB/T 20828《柴油机燃料调合用生物柴油（BD100）》要求。

5.6.19 车用材料相容性试验

本标准制定过程中，为考察煤液化调和柴油对车用材料的相容性，选取了被广泛应用于油泵机体、高压油管及密封件等处的铁、铝、黄铜和紫铜金属材料以及丁腈橡胶（NBR）、氟橡胶（FKM）和聚四氟乙烯（PTFE）橡胶塑料密封材料进行石油基基准柴油 GJ 和煤液化调和柴油 DBCL 相容性试验。结果表明：GJ 和 DBCL 对金属的腐蚀速率都非常低，最大的也只有-0.46%/year，在柴油机寿命范围内，煤液化调和柴油与金属材料的相容性可以满足使用要求。NBR 的耐油性良好，在 DBCL 中浸泡后的质量变化率小于 GJ。FKM 在 DBCL 和 GJ 浸泡后的质量变化率相当。PTFE 在 GJ 和 DBCL 中浸泡后的质量变化率在 0.012%和 0.048%范围内，差异非常微小，说明目前车用的金属及橡胶塑料密封材料对煤液化调和柴油完全适用。

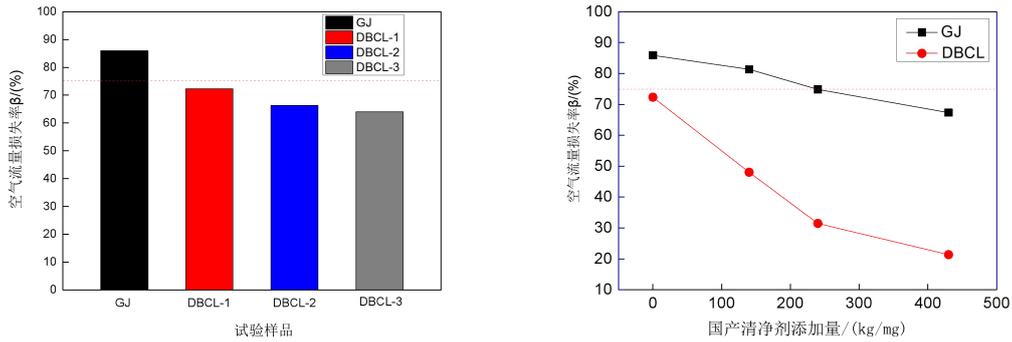
5.6.20 清净性试验

车用柴油清净性对汽车排放的影响越来越突出。由于柴油内的烃类成分的碳链长，含有不饱和烃等原因，在内燃机中经常难以燃烧完全，尾气烟度大，易积炭，造成热效率不高，极大地污染了生态环境。清净性差的柴油在长期的存储中，会发生氧化反应而生成不溶性胶质、残渣和漆状沉积物，这些杂质很容易堵塞过滤器和喷嘴，严重影响燃油喷射和发动机工作状况，使燃烧恶化，油耗增加，导致排放恶化。而清净性好的车用柴油能使汽车在运行中自动清洗发动机供油系统，清除积炭和沉积物，保持燃油喷嘴的清洁和燃油喷射正常，使汽车发动机工作平稳，保持优良的排放特性。

本标准制定过程中，采用 SH/T 0764-2005《柴油机喷嘴结焦试验方法(XUD-9)》通过对比考察了石油基基准柴油 GJ 及煤液化调和柴油 DBCL（性质见表 14）的清净性（试验结果见图 6），结果表明：DBCL 有较好的清净性，不用添加清净剂即可满足清净性要求，DBCL 对进口及目前北京地区使用的国产清净剂均有很好的感受性，且对国产保洁型清净剂敏感性优于 GJ。

表 14 清净性试验结果

	GJ	DBCL-1	DBCL-2	DBCL-3
密度（20℃）/(kg/m ³)	832.7	810.5	812.8	818.3
多环芳烃（质量分数）/%	3.4	0.5	0.4	0.6
氧化安定性/(mg/100mL)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
残炭（10%）/%	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05



注：XUD-9 方法要求试验前后喷油嘴空气流量损失率 $\beta < 75\%$ 即为满足清净性要求

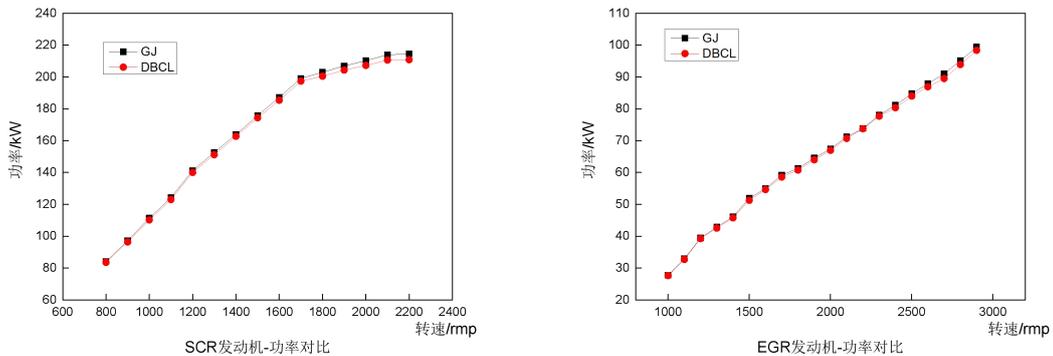
图 6 GJ 和 DBCL 清净性试验

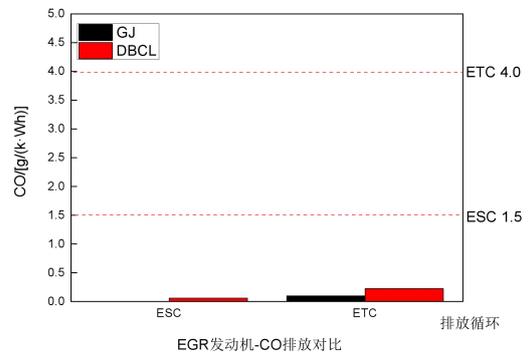
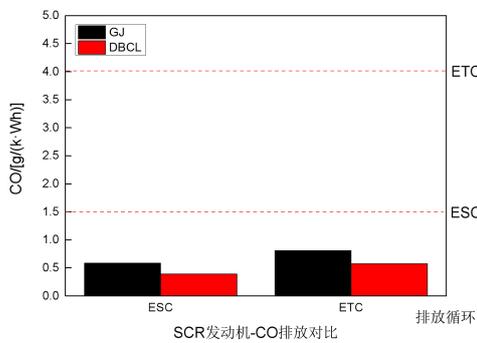
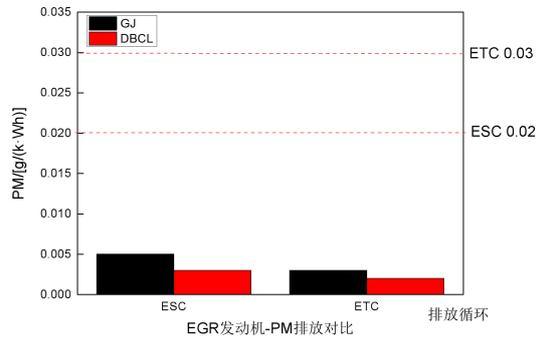
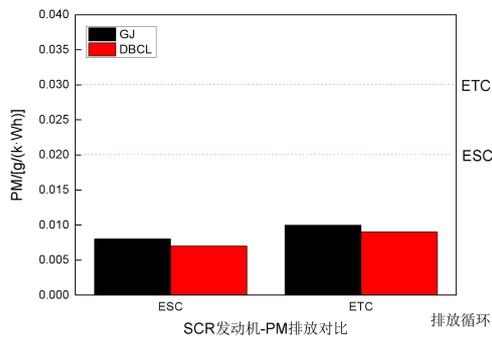
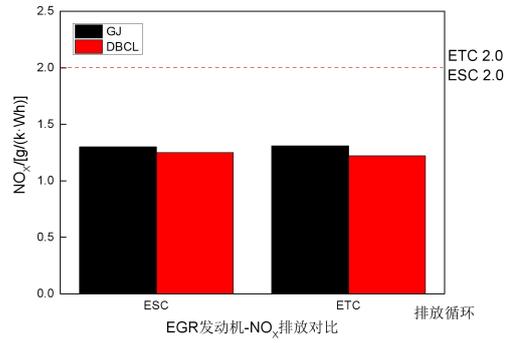
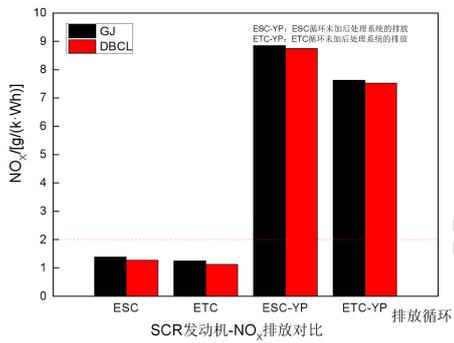
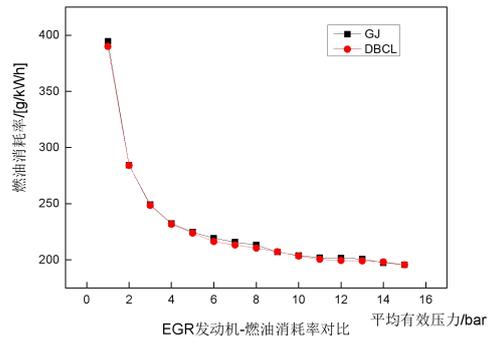
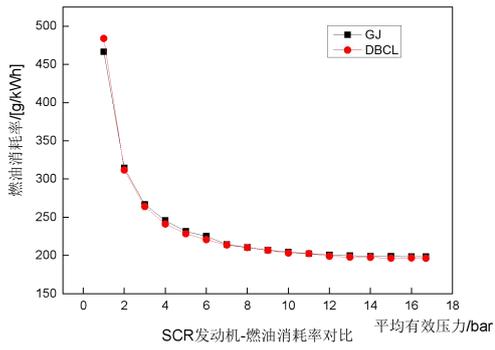
5.6.21 发动机性能试验

本标准制定过程中，按照 GB 17691-2005《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国III、IV、V阶段）》标准通过对比考察了石油基基准柴油 GJ 和煤液化调和柴油 DBCL（主要性质见表 15）在 SCR 和 EGR 发动机上的使用性能（见图 7），结果表明：与 GJ 相比，DBCL 在两款发动机上的动力性略低（主要是试验样品 DBCL 的密度比 GJ 低造成的），经济性相当，NO_x、PM 排放值及负荷烟度均低于 GJ，排放性能能够满足我国第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）要求。为进一步考察两种柴油动力性差异，选用密度相近的两种柴油（性质见表 16）进行发动机外特性试验（见图 8），结果表明：密度相近的煤液化调和柴油与石油基柴油动力性相当。

表 15 发动机性能试验样品性质

	密度 (20℃) / (kg/m ³)	运动黏度 (20℃) / (mm ² /s)	冷滤点/℃	硫含量 / (mg/kg)	多环芳烃 (质量分数) / %	十六烷值
GJ	831.0	4.6	-14	4.0	3.4	53
DBCL	815.7	2.8	-20	<0.2	0.5	53





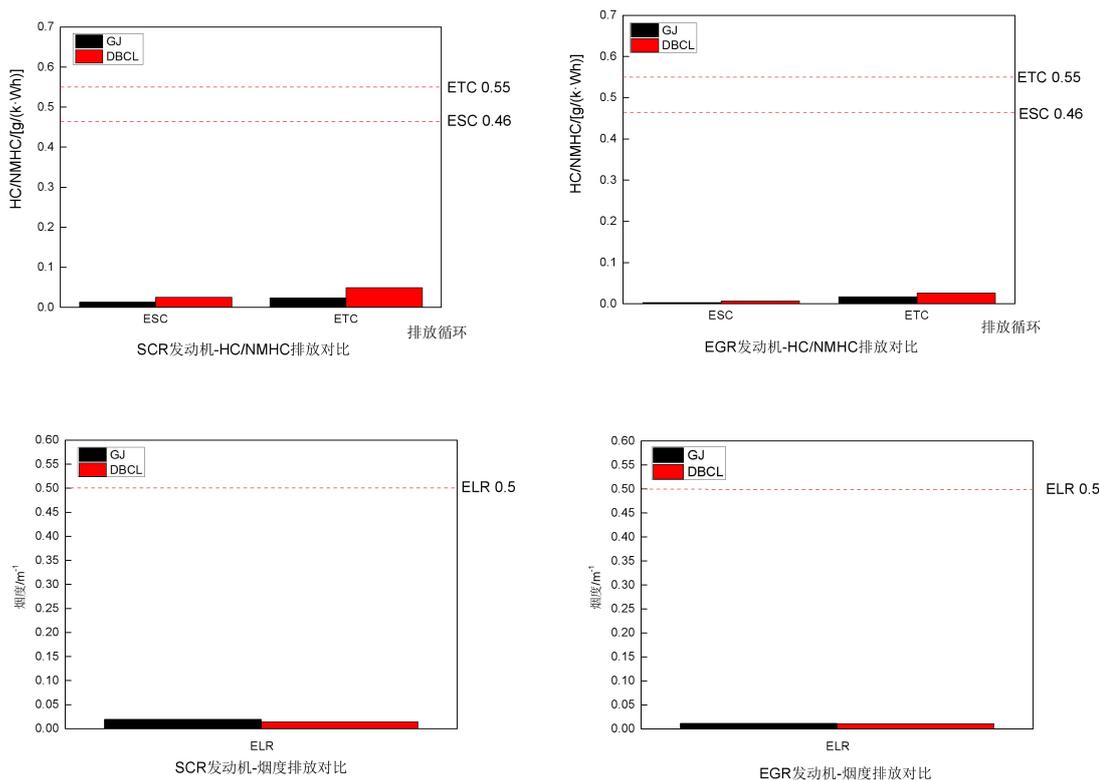


图 7 发动机台架试验

表 16 发动机动力性考察试验样品性质

	密度 (20℃) /(kg/m ³)	运动黏度 (20℃) /(mm ² /s)	十六烷值
G6	832.4	4.5	53
DBCL-1	833.4	2.8	52

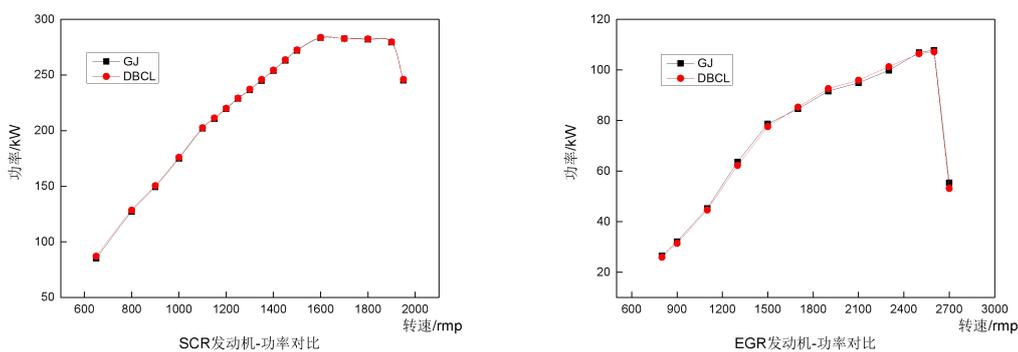
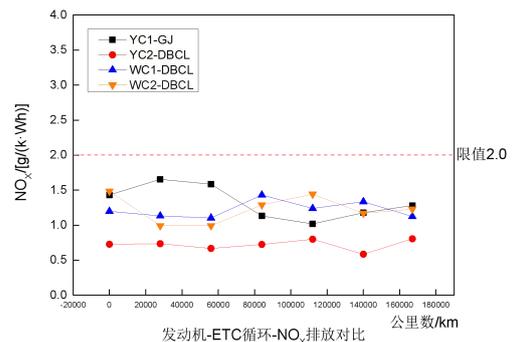
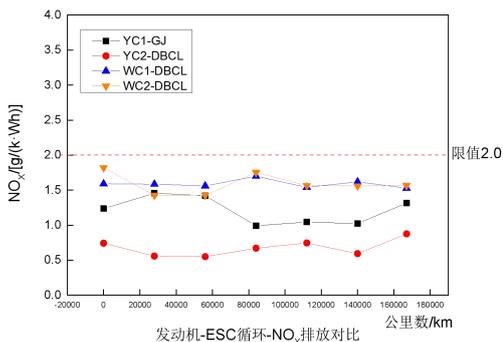
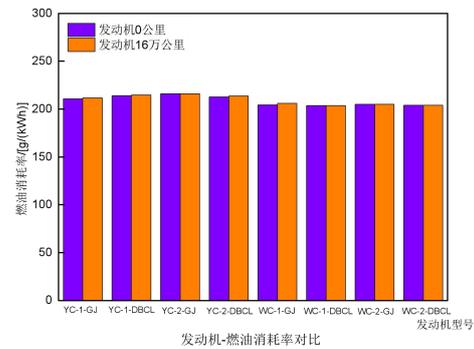
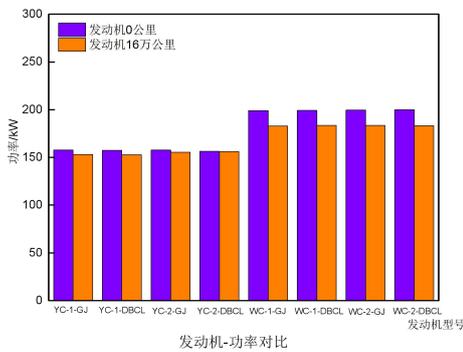


图 8 SCR 发动机功率对比

5.6.22 耐久试验

本标准制定过程中，采用石油基国 VI 柴油 G6（排放试验采用石油基基准柴油 GJ）和煤液化调和柴油 DBCL 分别在两台玉柴发动机（YC1 和 YC2）和两台潍柴

发动机（WC1 和 WC2）上按照 GB 17691-2005《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法(中国III、IV、V阶段)》和 GB20890-2007《重型汽车排气污染物排放控制系统耐久性要求及试验方法》进行了重型发动机耐久试验（见图 9），按照 GB 18352.5-2013《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》和 HJ438-2008《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排放控制系统耐久性要求》在三辆驭胜 S350 型 SUV 上进行轻型汽车耐久试验（见图 10），参照 GB/T 12678-1990《汽车可靠性行驶试验方法》进行耐久试验结束重型发动机和轻型汽车发动机的拆检（见图 11），结果表明：发动机的耐久和整车的耐久过程中，使用 G6 和 DBCL 两种柴油的重型发动机和轻型柴油车均能顺利完成耐久试验，并在耐久试验过程中无出现油品质量引起的故障，各零部件运转正常，试验过程中使用 DBCL 的排放值均能满足我国第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）要求，在同等条件下的重型发动机耐久试验，使用 DBCL 的 NO_x、PM、CO 排放值均略低于 GJ，且 DBCL 在耐久过程中变化更平稳；轻型汽车耐久试验 DBCL 的各项排放值与 GJ 相接近。试验结束拆检发动机，各零部件运转正常，缸体无变形，无裂纹，喷油器均无明显积碳，主要部件均无异常磨损，气缸和曲轴磨损很小，气缸圆度和圆柱度均远小于限值规定，表现出了良好的性能。



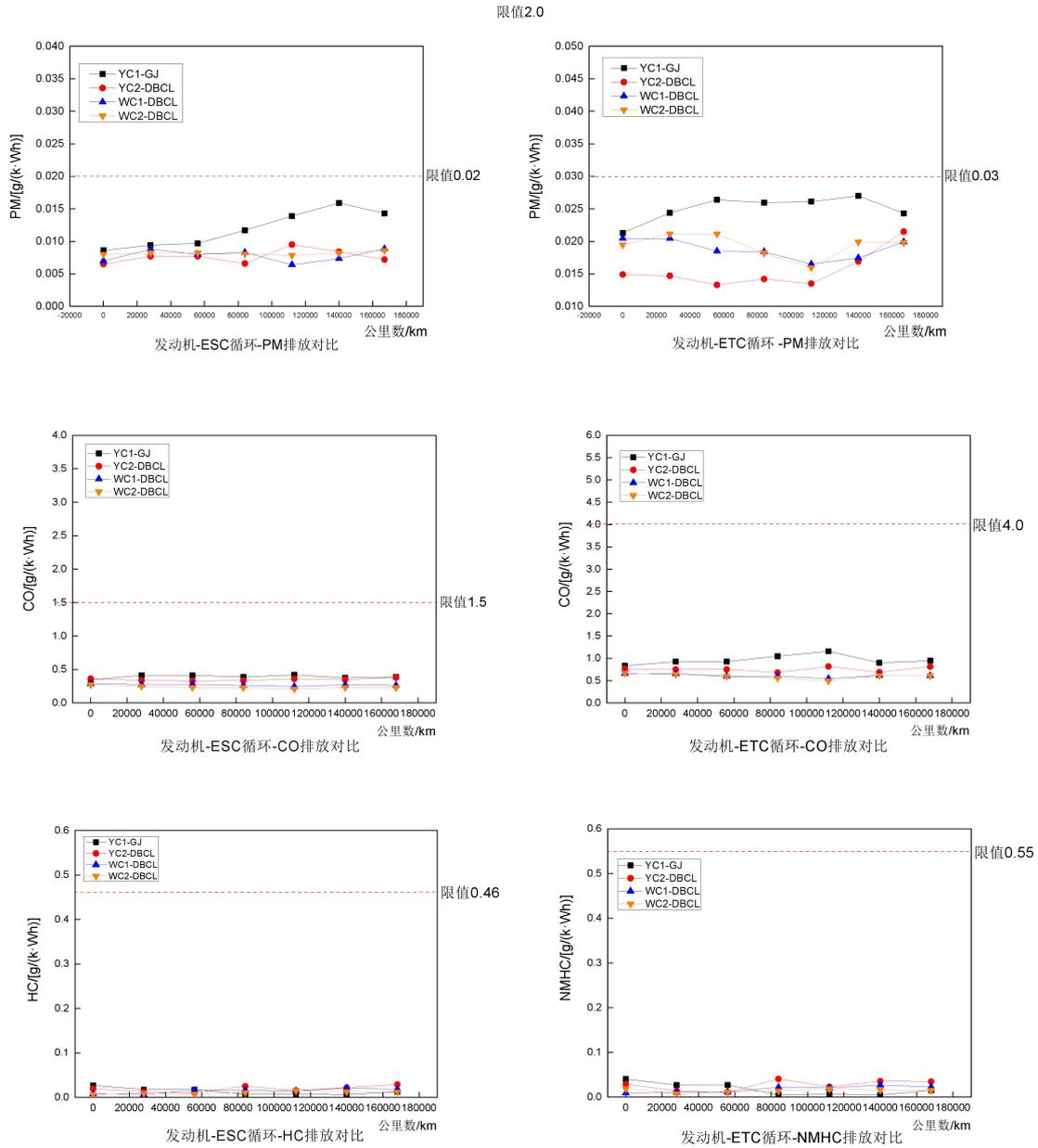
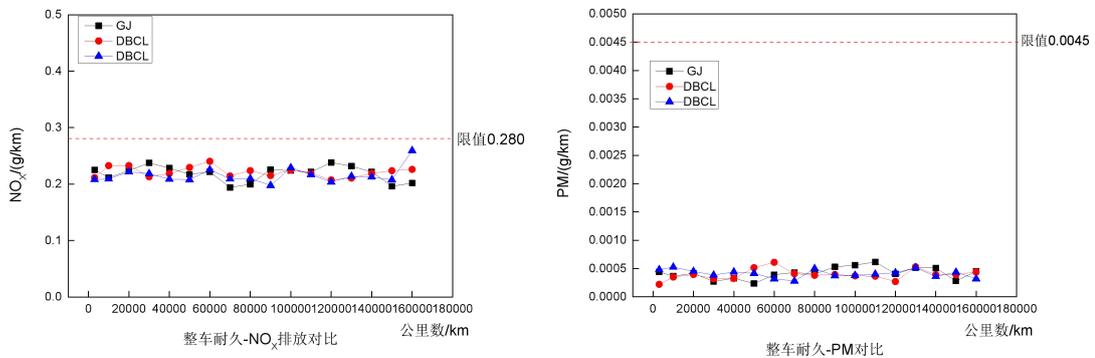


图9 重型发动机耐久试验



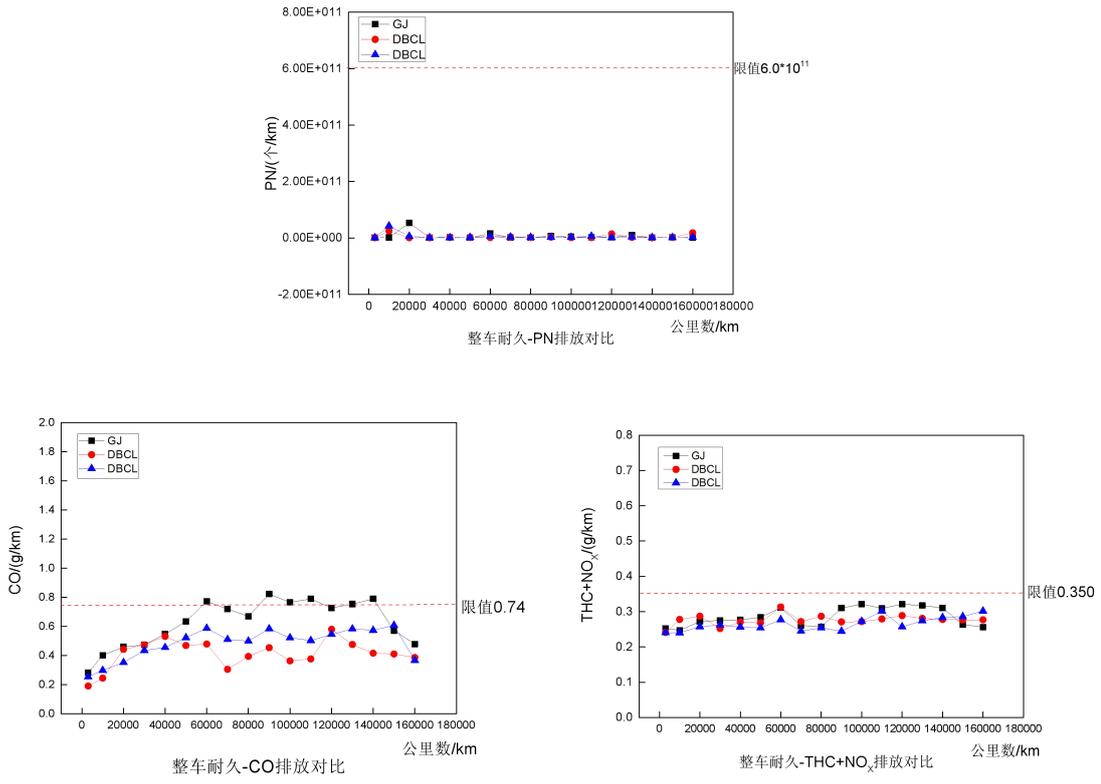


图 10 轻型汽车耐久试验

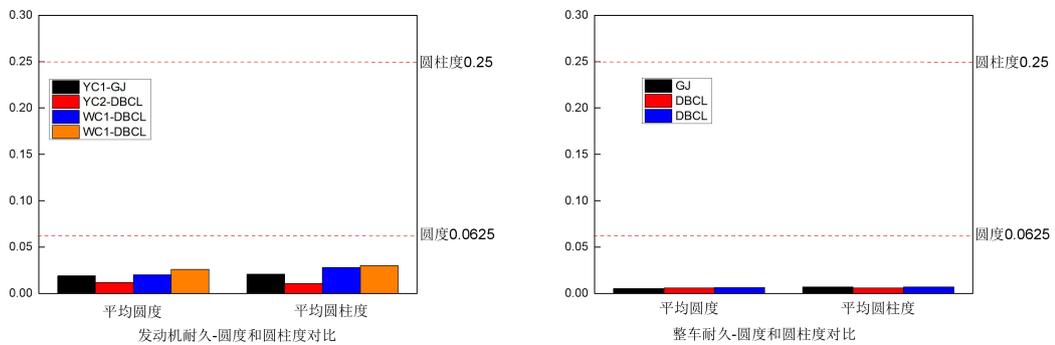


图 11 耐久试验拆检气缸圆度和圆柱度对比

5.6.23 石油基柴油与煤液化调和柴油混油试验

煤液化调和柴油与石油基柴油可以任意比例互溶，混合柴油颜色均匀、透明，通过观察未发现分层、絮凝和沉淀现象，且室温避光放置 12 个月后，混合柴油氧化安定性总不溶物满足《车用柴油（VI）》GB/T 19147-2016 中规定的不大于 2.5mg/100mL 的要求（见表 17），说明石油基柴油与煤液化调和柴油混合后外观性质稳定，两者具有很好的相容性，且煤液化调和柴油的调入可以一定程度上改善石油基柴油的储存安定性。此处的混合柴油指石油基柴油与煤液化调和柴油相混合的

车用柴油。

本标准制定过程中，同时考察了混合柴油（性质见表 17）的车用材料相容性、喷射、喷雾、发动机使用性能，结果表明：车用的金属及橡胶塑料密封材料对混合柴油完全适用，与 GJ 和 DBCL 一样能够满足发动机使用要求，排放性能能够满足中国第五阶段机动车排放标准（GB 18352.5-2013）要求，DBCL 的混入可以改善 GJ 的清浄性（见图 12、图 13、图 14）。

表 17 混合柴油性质

样品编号	G6	GD80	GD50	GD20	DBCL
G6:DBCL 质量比		8:2	5:5	2:8	
密度 (20℃) /(kg/m^3)	833.7	829.6	823.6	817.5	815.7
硫含量/(mg/kg)	4.5	2.7	2.2	0.9	<0.2
冷滤点/℃	-3	-4	-8	-16	-20
十六烷值	52	54	53	54	53
多环芳烃/w%	5.4	4.1	2.8	0.9	0.3
氧化安定性/($\text{mg}/100\text{ml}$)	0.4	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
放置 12 个月后的 氧化安定性/($\text{mg}/100\text{ml}$)	0.4		0.3		<0.3

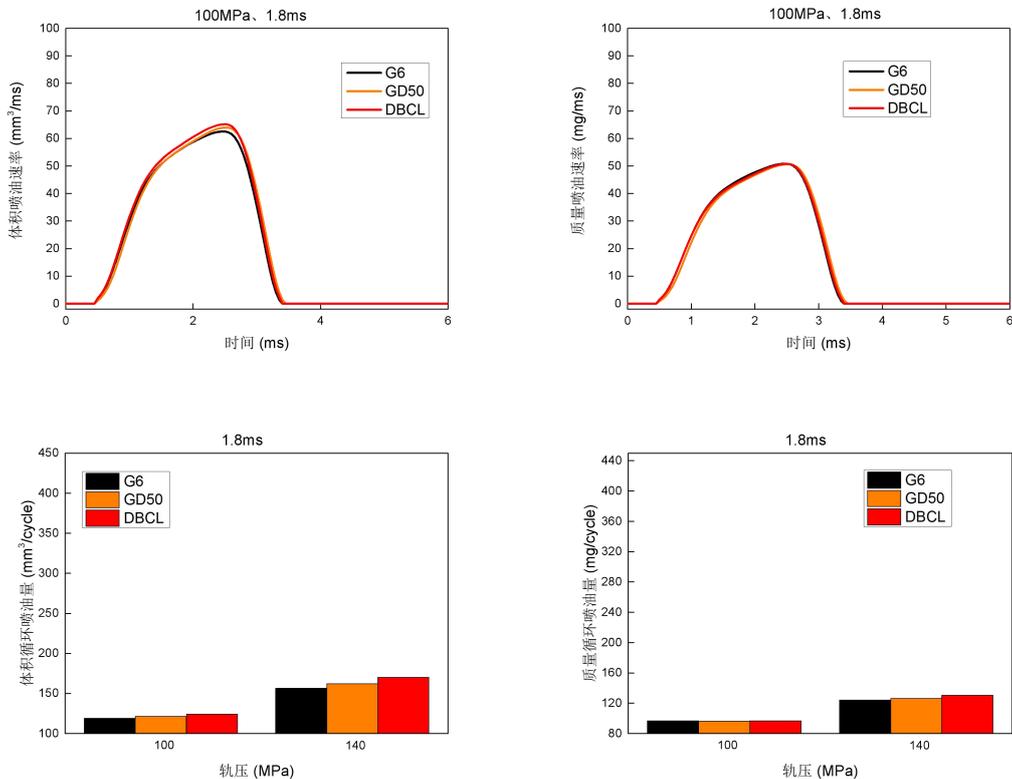


图 12 喷射试验

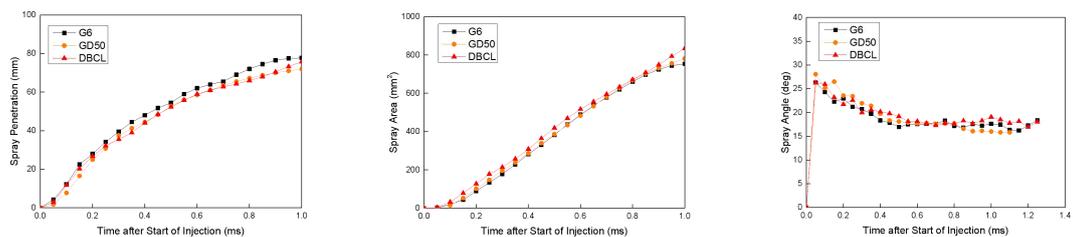
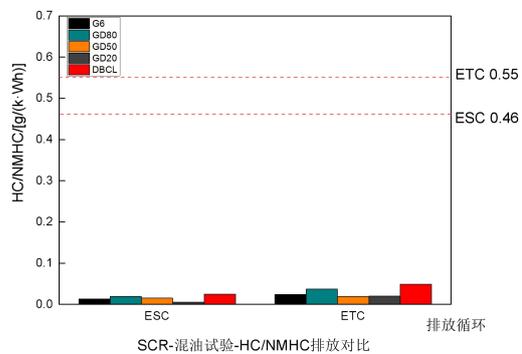
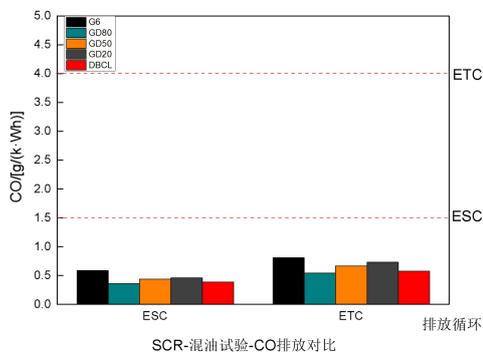
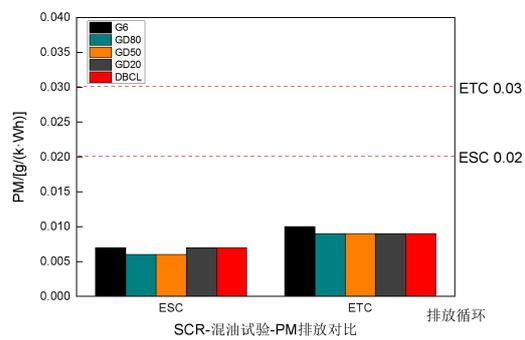
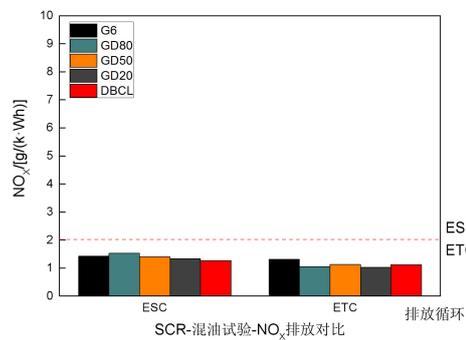
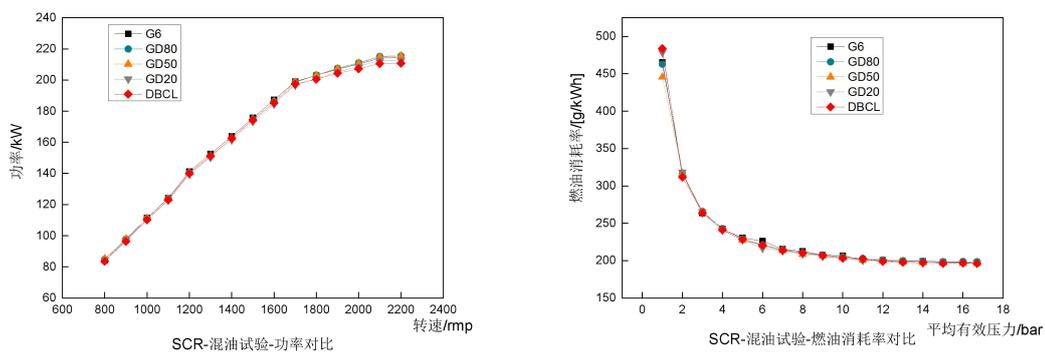


图 13 喷雾试验



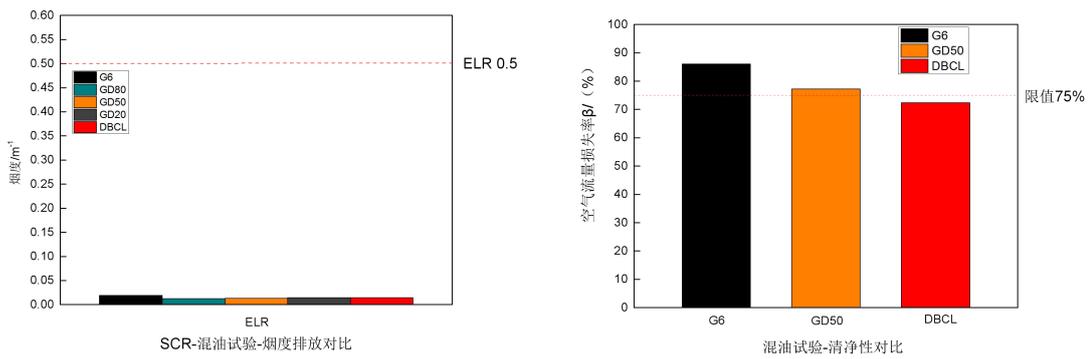


图 14 发动机台架试验

6 与国内外同类标准水平的对比情况

编制本标准前详细查阅了国内外标准发布部门，至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相类同或相似标准。本标准发布实施后，将达到国内先进水平。

7 本标准制定的预期效果

本标准实施后，将有效地保证煤液化调和柴油的产品质量，规范市场行为，促进产品销售，避免无序竞争，有利于推广煤液化调和柴油在相关应用领域的广泛应用。

8 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相冲突的现行法律、法规和强制性国家标准。

9 重大分歧意见的处理经过和依据

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及相关附件。

10 贯彻标准的要求和措施建议

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后加强宣传与贯彻，促进煤液化调和柴油生产企业以及消费者对本标准的了解。

建议政府管理部门将该产品标准作为煤液化调和柴油生产企业正常生产和相关部门对产品检验和验收的参考依据。

本标准制定中纳入的内容已具有较为广泛的应用范围，具有可靠的技术保障措施，因此标准实施的过渡期不应超过半年，建议报批后尽快发布实施。

11 废止现行有关标准的建议

无。