

发动机机油许可和认证系统

API 1509

第 21 版, 2022 年 2 月



American
Petroleum
Institute

石油工业标准化研究所翻译出版

Engine Oil Licensing and Certification System

API 1509

TWENTY-FIRST EDITION, FEBRUARY 2022



石油工业标准化研究所翻译出版

发动机机油许可和认证系统

下游

API 1509
第 21 版, 2022 年 2 月



石油工业标准化研究所翻译出版

Engine Oil Licensing and Certification System

Downstream Segment

API 1509

TWENTY-FIRST EDITION, FEBRUARY 2022



石油工业标准化研究所翻译出版

API 授权声明

本规范由美国石油学会（API）授权许可，由石油工业标准化研究所（PSRI）组织翻译。翻译版本不代替、不取代英文版本，英文版本仍为具备法律效力的版本。API 对翻译工作中出现的错误、偏差、误解均不承担任何责任。在未经 API 书面许可的情况下，不得将翻译版本进行再翻译或复制。

AUTHORIZED BY API

This standard has been translated by Petroleum Standardization Research Institute (PSRI) with the permission of the American Petroleum Institute (API). This translated version shall not replace nor supersede the English language version which remains the official version. API shall not be responsible for any errors, discrepancies or misinterpretations arising from this translation. No additional translation or reproduction may be made of the standard without the prior written consent of API.

特别说明

API 出版物必须能解决一般性问题。关于特殊情况，应查阅地方、州和联邦法律法规。

API 或 API 的任何员工、分包商、顾问、委员会或其他受让人均未就本出版物中所含信息的准确性、完整性或有用性作出任何明示或暗示的保证或陈述，或者对使用本出版物中披露的任何信息、程序的行为及使用结果承担任何义务或责任。API 或 API 的任何员工、分包商、顾问或其他受让人均未表示使用本刊物不会侵犯私人所有权。

API 刊物可供任何有需要的人使用。本学会已尽全力确保其出版物所含数据的准确性和可靠性，但不对本刊物作出任何相关的陈述、保证或担保，并在此明确拒绝承担因使用本刊物或违反与本刊物可能发生冲突的任何管辖机构之规定的行为所造成的损失或损害责任。

API 出版物的出版旨在促进经过验证的工程学和操作实践得到广泛应用。这些出版物并不是要排除运用合理工程学判断何时何地应该使用刊物的必要性。API 出版物的制定和发布绝对无意阻止任何人采用任何其他做法。

任何按 API 标准的标记要求来标记设备或材料的制造商，应自行负责遵守该标准的所有适用要求。API 不声称、保证或担保此类产品确实符合适用的 API 标准。

版权所有，违者必究。在没有得到出版商的书面批准之前，任何人都不允许在检索系统中复制和保存本文件中的任何内容，或者采用电子、机械、复印、录像或者其他方式传播本文件中的任何内容。请联系出版商美国石油学会
出版业务部，地址：200 Massachusetts Avenue, NW, Suite 1100, Washington, DC 20001。

前 言

本出版物描述了自愿性的 API 发动机机油许可和认证系统（EOLCS），旨在向营销商解释如何获得 API 发动机机油质量标志以及向消费者展示该标志。本出版物介绍了制定新发动机机油性能标准的方法，并向营销商说明了 API 标志及其使用、许可要求、售后符合性和执行程序。本出版物还解释了作为 API EOLCS 一部分的各个独立组织的角色和相互关联。

API 刊物可供任何有需要的人使用。本学会已尽全力确保其出版物所含数据的准确性和可靠性，但不对本刊物作出任何相关的陈述、保证或担保，并在此明确拒绝承担因使用本刊物或违反与本刊物可能发生冲突的任何管辖机构之规定的行为所造成的损失或损害责任。

欢迎提供修订建议，并提交给标准化主管部门，地址：American Petroleum Institute, 200 Massachusetts Avenue, NW, Suite 1100, Washington, DC 20001.

近期更改

- 与第 19 版以及之前的版本相比，对附录进行了大范围重新组织。但附录 A 至 G 仍按第 19 版顺序排列。其后版本的重组变化可概括为以下几点：

第 19 版之前的附录	第 20 版变化（被第 21 版取代）	第 21 版情况
A 至 G	顺序未变	顺序未变
H 【发动机机油许可和认证系统（EOLCS）在线申请】	作为术语表中的条目出现（附录 P）	仍然作为术语表中的条目出现（附录 Q）
I 【术语表】	附录 P	当前为附录 Q
J 【ACC 石油添加剂专家组产品批准实施规程】	附录 K	仍然为附录 K
K 【审计的物理和化学量程】	附录 L	仍然为附录 L
L 【产品和发动机试验审计选择指南】	该主题删除	（不再适用）
M 【API 标志符合性审计：发动机试验】	该主题删除	（不再适用）
N 【多重试验评估程序】	作为脚注纳入附录 O 中	作为脚注纳入附录 O 中
O 【API 1509 的技术解释】	附录 M	仍然为附录 M
P 【EOLCS 许可说明】	附录 N	仍然为附录 N
Q 【乘用车发动机机油的 ILSAC 最低性能标准】	附录 H	仍然为附录 H
R 【API 单一技术矩阵使用指南】	以稳定的附录 O 形式出现	仍然以稳定的附录 O 形式出现
S 【针对 C 类补充的性能要求】	附录 J	仍然为附录 J
T 【按粘度等级划分的 API 服务分类 CK-4 和 FA-4 的要求】	作为附录 I 的组成部分出现	仍然在附录 I 中
--	--	增加了一个新的附录，即附录 P，题为“API 单一技术矩阵使用指南”。

- 据第 5573 号投票结果，已将附录 P “API 单一技术矩阵使用指南”添加到文本中。

- 已将图 O-1 更新，以反映在所报告的 STM 使用范围内，EOLCS 许可系统目前的外观。

4. 已对附录 I 中的表格进行修改，以反映 TMC 信息函 22-1 中的一些变化。具体而言，本次版本执行了 ASTM D4485 监督专家组关于重型发动机机油高温、高剪切要求的结论。
5. 各种勘误表已得到处理。

目 次

1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	5
4. EOLCS 概述	5
4.1. 综述	5
4.2. 许可油的性能	7
4.3. BOI-VGRA 工作组	7
4.4. 合规审计计划	8
4.5. 行业团体	8
5. API 标志说明	8
5.1. 综述	8
5.2. API 认证标志“STARBURST” 和“SHIELD”	8
5.3. API 服务符号	9
5.4. 适用于 API 标志的 SAE 粘度等级	18
6. API 标志授权系统	19
6.1. 综述	19
6.2. 许可费	19
6.3. 营销商的责任	20
6.4. 授权程序	20
6.5. 续期	21
6.6. 系统监控和执行	21
6.7. 临时许可	21
6.8. 为失控或不可用的测试建立替代或替换测试组建工作组	23
6.9. 紧急临时许可	24
7. API 标志的使用和标签要求	24
7.1. API 发动机机油质量标志	24
7.2. API 认证标志“STARBURST”	25
7.3. API 认证标志“SHIELD”	26
7.4. API 服务符号“DONUT”	27
7.5. 产品追踪编码	29
8. 系统监控、执行和符合性	30
8.1. 综述	30

8.2. 违规行为.....	31
附录 A 发动机机油分类的演变	33
附录 B API / 汽车制造商行政指导专家组关于 API EOLCS 的行业间咨询专家组.....	35
B.1 范围	35
B.2 职能	35
B.3 组织	35
B.4 高级职员	35
B.5 会议	35
B.6 决议	35
附录 C 针对 API 认证标志制定新的发动机机油性能标准	37
C.1 综述	37
C.2 汽车 / 油品咨询专家组	37
C.3 AOAP 制定过程	39
C.4 API 润滑油标准工作组采用 AOAP 规范	45
附录 D 针对 API C 服务类别制定新的柴油性能标准	47
D.1 综述	47
D.2 API 柴油 C 服务类别.....	47
D.3 类别开发阶段.....	47
D.4 现有 C 类的补充	55
D.5 补充性能要求和文件.....	60
附录 E API 乘用车发动机机油和柴油发动机机油基础油可互换性指南	63
E.1 综述	63
E.2 乘用车机油互换	65
E.3 重质发动机机油的互换	81
E.4 台架试验互换	96
附录 F API SAE 粘度等级发动机试验指南	101
F.1 综述	101
F.2 乘用车机油的 VGR 要求.....	104
F.3 柴油发动机机油的 VGR 要求	116
F.4 台架试验 VGRA.....	118
附录 G API SH、SJ、SL、SM 和 SN 服务类别要求（按粘度等级划分）1.....	123
G.1 API 服务类别 SJ.....	123
G.2 API 服务类别 SL.....	126

G.3 API 服务类别 SM	128
G.4 API 服务类别 SN (和相关分类)	131
G.5 API 服务类别 SP (和相关分类)	136
附录 H 乘用车发动机机油的 ILSAC 最低性能标准	141
H.1 ILSAC GF-1 乘用车发动机机油最低性能标准 (1997 年 8 月 1 日淘汰)	141
H.2 ILSAC GF-2 乘用车发动机机油最低性能标准 (2002 年 3 月 31 日淘汰)	146
H.3 ILSAC GF-3 乘用车发动机机油最低性能标准 (2004 年 4 月 30 日淘汰)	149
H.4 用车发动机机油最低性能标准 (2011 年 9 月 30 日淘汰)	153
H.5 ILSAC GF-5 乘用车发动机机油标准 (2021 年 4 月 30 日淘汰)	157
H.6 ILSAC GF-6A 和 GF-6B 乘用车发动机机油标准 (2020 年 5 月 1 日生效)	163
附录 I 按粘度等级划分的 API 重型服务类别要求	173
I.1 API 服务类别 CH-4	173
I.2 API 服务类别 CI-4	175
I.3 API 服务类别 CJ-4	178
I.4 API 服务类别 CK-4 和 FA-4	181
附录 J 针对 C 类补充的性能要求	185
J.1 范围	185
J.2 CI-4 PLUS 与 CJ-4 的台架与发动机试验要求	185
附录 K ACC 石油添加剂专家组产品批准实施规程	189
附录 L 审计的物理和化学范围	191
附录 M API 1509 的技术解释	193
附录 N EOLCS 许可说明	203
附录 O API 单一技术矩阵使用指南	205
O.1 综述	205
O.2 单一技术矩阵的范围与标准	206
O.3 单一技术矩阵要求总结	209
O.4 单一技术矩阵方法的示例	210
O.5 向 API 发出的单一技术矩阵使用通知	215
O.6 批准用于 STM 的具体发动机试验	216
附录 P API 单一技术矩阵使用指南	223
P.0 目录	223
P.1 一般原则和要求	223
P.2 单一技术矩阵：制定概况	227

P.4 批准用于 STM 的具体发动机试验	228
P.5 计算和方法细节	230
P.6 单一技术矩阵示例	233
附录 Q 术语表	245

发动机机油许可和认证系统

1. 范围

本出版物介绍了 API 发动机机油许可和认证系统（EOLCS），这一自愿性的许可和认证计划旨在定义、认证和监控被车辆和发动机制造商视为达到满意设备寿命和性能所需的发动机机油性能。符合 EOLCS 要求的发动机机油营销商可获准展示三个标志，其中 API 服务符号“Donut”和 API 认证标志用“Shield”或“Starburst”（如适用）。

本出版物第 2 章至第 8 章定义了当前的 API 发动机机油服务分类，并解释了 EOLCS 许可要求、API 标志及其使用，以及 EOLCS 售后审计计划（AMAP）。附录 A 至 T 简要介绍了发动机机油分类的历史，描述了制定新发动机机油性能要求的方法，并解释了 API EOLC 中各独立组织之间的角色和相互关联。

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，仅该日期对应的版本适用于本文件。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。

- American Chemistry Council Petroleum Additives Panel Product Approval Code of Practice*
- ASTM D92, Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup*
- ASTM D93, Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester*
- ASTM D445, Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and the Calculation of Dynamic Viscosity)*
- ASTM D874, Standard Test Method for Sulfated Ash from Lubricating Oils and Additives*
- ASTM D892, Standard Test Method for Foaming Characteristics of Lubricating Oils*
- ASTM D1552, Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method)*
- ASTM D2007, Standard Test Method for Characteristic Groups in Rubber Extender and Processing Oils and Other Petroleum Derived Oils by the Clay-Gel Absorption Chromatographic Method*
- ASTM D2270, Standard Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40 and 100 °C*
- ASTM D2622, Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Wavelength Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry*
- ASTM D2887, Standard Test Method for Boiling Range Distribution of Petroleum Fractions by Gas Chromatography*
- ASTM D3120, Standard Test Method for Trace Quantities of Sulfur in Light Liquid Petroleum Hydrocarbons by Oxidative Microcoulometry*
- ASTM D3244, Standard Practice for Utilization of Test Data to Determine Conformance with Specifications*

ASTM D4294, *Standard Test Method for Sulfur in Petroleum and Petroleum Products by Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectroscopy*

ASTM D4485, *Standard Specification for Performance of Engine Oils*

ASTM D4683, *Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Shear Rate and High Temperature by Tapered Bearing Simulator*

ASTM D4684, *Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Engine Oils at Low Temperature*

ASTM D4741, *Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Temperature and High Shear Rate by Tapered- Plug Viscometer*

ASTM D4927, *Standard Test Method for Elemental Analysis of Lubricant and Additive Components, Barium, Calcium, Phosphorus, Sulfur, and Zinc, by Wavelength-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectroscopy*

ASTM D4951, *Standard Test Method for Determination of Additive Elements in Lubricating Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*

ASTM D5119, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in CRC L-38 Spark Ignition Engine*

ASTM D5133, *Standard Test Method for Low Temperature, Low Shear Rate, Viscosity/Temperature Dependence of Lubricating Oils Using a Temperature-Scanning Technique*

ASTM D5185, *Standard Test Method for Determination of Additive Elements, Wear Metals, and Contaminants in Used Lubricating Oils and Determination of Selected Elements in Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES)*

ASTM D5293, *Standard Test Method for Apparent Viscosity of Engine Oils Between -5 and -30°C Using the Cold- Cranking Simulator*

ASTM D5302, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils for Inhibition of Deposit Formation and Wear in a Spark-Ignition Internal Combustion Engine Fueled with Gasoline and Operated Under Low- Temperature Light-Duty Conditions*

ASTM D5480, *Standard Test Method for Motor Oil Volatility by Gas Chromatography*

ASTM D5481, *Standard Test Method for Measuring Apparent Viscosity at High-Temperature and High-Shear Rate by Multicell Capillary Viscometer*

ASTM D5533, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IIIE Spark Ignition Engine*

ASTM D5800, *Standard Test Method for Evaporation Loss of Lubricating Oils by the NOACK Method*

ASTM D5844, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils for Inhibition of Rusting (Sequence IID)*

ASTM D5966, *Standard Test Method for Evaluation of Engine Oils for Roller Follower Wear in Light-Duty Diesel Engine*

ASTM D6082, *Standard Test Method for High Temperature Foaming Characteristics of Lubricating Oils*

ASTM D6202, *Standard Test Method for Automotive Engine Oils on the Fuel Economy of Passenger Cars and Light-Duty Trucks in the Sequence VIA Spark Ignition Engine*

ASTM D6278, *Standard Test Method for Shear Stability of Polymer Containing Fluids Using a European Diesel Injector Apparatus*

ASTM D6335, *Standard Test Method for Determination of High Temperature Deposits by Thermo-Oxidation Engine Oil Simulation Test*

ASTM D6417, *Standard Test Method for Estimation of Engine Oil Volatility by Capillary Gas Chromatography*

ASTM D6557, *Standard Test Method For Evaluation of Rust Preventative Characteristics of Automotive Engine Oils*

ASTM D6593, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils for Inhibition of Deposit Formation in a Spark-Ignition Internal Combustion Engine Fueled with Gasoline and Operated Under Low-Temperature Light-Duty Conditions*

ASTM D6594, *Standard Test Method for Evaluation of Corrosiveness of Diesel Engine Oil at 135 °C*

ASTM D6616, *Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Shear Rate by Tapered Bearing Simulator Viscometer at 100°C*

ASTM D6709, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence VIII Spark-Ignition Engine (CLR Oil Test Engine)*

ASTM D6750, *Standard Test Methods for Evaluation of Engine Oils in a High-Speed, Single-Cylinder Diesel Engine—1K Procedure (0.4 % Fuel Sulfur) and 1N Procedure (0.04 % Fuel Sulfur)*

ASTM D6837, *Standard Test Method for Measurement of Effects of Automotive Engine Oils on Fuel Economy of Passenger Cars and Light-Duty Trucks in Sequence VIB Spark Ignition Engine*

ASTM D6794, *Standard Test Method for Measuring the Effect on Filterability of Engine Oils After Treatment with Various Amounts of Water and a Long (6-h) Heating Time*

ASTM D6795, *Standard Test Method for Measuring the Effect on Filterability of Engine Oils After Treatment with Water and Dry Ice and a Short (30-min) Heating Time*

ASTM D6891, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IVA Spark-Ignition Engine*

ASTM D6896, *Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Used Engine Oils at Low Temperature*

ASTM D6922, *Standard Test Method for Determination of Homogeneity and Miscibility in Automotive Engine Oils*

ASTM D7097, *Standard Test Method for Determination of Moderately High Temperature Piston Deposits by Thermo- Oxidation Engine Oil Simulation Test-TEOST MHT*

ASTM D7109, *Standard Test Method for Shear Stability of Polymer-Containing Fluids Using a European Diesel Injector Apparatus at 30 Cycles and 90 Cycles*

ASTM D7156, *Standard Test Method for Evaluation of Diesel Engine Oils in the T-11 Exhaust Gas Recirculation Diesel Engine*

ASTM D7216, *Standard Test Method for Determining Automotive Engine Oil Compatibility with Typical Seal Elastomers*

ASTM D7320, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IIIG, Spark-Ignition Engine*

ASTM D7422, Standard Test Method for Evaluation of Diesel Engine Oils in T-12 Exhaust Gas Recirculation Diesel Engine

ASTM D7468, *Standard Test Method for Cummins ISM Test*

ASTM D7484, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils for Valve-Train Wear Performance in Cummins ISB Medium-Duty Diesel Engine*

ASTM D7528, *Standard Test Method for Bench Oxidation of Engine Oils by ROBO Apparatus*

ASTM D7549, *Standard Test Method for Evaluation of Heavy-Duty Engine Oils under High Output Conditions—Caterpillar C13 Test Procedure*

ASTM D7563, *Standard Test Method for Evaluation of the Ability of Engine Oil to Emulsify Water and Simulated Ed85 Fuel*

ASTM D7589, *Standard Test Method for Measurement of Effects of Automotive Engine Oils on Fuel Economy of Passenger Cars and Light-Duty Trucks in Sequence VID Spark Ignition Engine*

ASTM D8047, *Standard Test Method for Evaluation of Engine Oil Aeration Resistance in a Caterpillar C13 Direct- Injected Turbocharged Automotive Diesel Engine*

ASTM D8048, *Standard Test Method for Evaluation of Diesel Engine Oils in T-13 Diesel Engine*

ASTM D8111, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IIIH, Spark-Ignition Engine*

ASTM D8114, *Standard Test Method for Measurement of Effects of Automotive Engine Oils on Fuel Economy of Passenger Cars and Light-Duty Trucks in Sequence VIE Spark Ignition Engine*

ASTM D8226, *Standard Test Method for Measurement of Effects of Automotive Engine Oils on Fuel Economy of Passenger Cars and Light-Duty Trucks in Sequence VIF Spark Ignition Engine*

ASTM D8256, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils for Inhibition of Deposit Formation in the Sequence VH Spark-Ignition Engine Fueled with Gasoline and Operated Under Low-Temperature, Light-Duty Conditions*

ASTM D8279, *Standard Test Method for Determination of Timing-Chain Wear in a Turbocharged, Direct-Injection, Spark-Ignition, Four-Cylinder Engine*

ASTM D8291, *Standard Test Method for Evaluation of Performance of Automotive Engine Oils in the Mitigation of Low-Speed, Preignition in the Sequence IX Gasoline Turbocharged Direct-Injection, Spark-Ignition Engine*

ASTM D8350, *Standard Test Method for Evaluation of Automotive Engine Oils in the Sequence IVB Spark-*

Ignition Engine

ASTM RR:D02:1204, *Fuel Efficient Engine Oil Dynamometer Test Development Activities, Part II (Sequence VI Test)*

CEC L-36-A-90, *High Temperature/High Shear Viscosity*

CEC L-40-A-93, *Evaporative Loss of Lubricating Oils*

DOD CID A-A-52039A, *Lubricating Oil, Automotive Engine, API Service SG DOD MIL-L-2104, Lubricating Oil, Internal Combustion Engine, Tactical Service GM 9099P, Engine Oil Filterability Test (EOFT)*

GM 9099P, *Engine Oil Filterability Test (EOFT) (Modified), May 1980*

JPI 5S-41-93, *Evaporative Loss*

SAE J183, *Engine Oil Performance and Engine Service Classification (Other than “Energy Conserving” or “Resource Conserving”)*

SAE J300, *Engine Oil Viscosity Classification*

SAE J357, *Physical and Chemical Properties of Engine Oils*

SAE J1423, *Classification of Energy-Conserving Engine Oil for Passenger Cars, Vans, and Light-Duty Trucks*

3. 术语和定义

附录 P 中的术语和定义适用于本文本。

4. EOLCS 概述

4.1. 综述

API EOLCS 旨在定义、认证和监控车辆和发动机制造商以及润滑油和添加剂行业认为达到满意设备寿命和性能所必需的发动机机油性能。该系统包括由营销商同 API 签订的正式许可协议。该计划的标志旨在帮助消费者识别满足授权和认证要求的产品。该系统包含审计流程，用于验证市场上的已授权产品是否符合 API 许可协议的条款。

4.1.1 API 在营销商确认其符合本刊物和《EOLCS 在线申请表》（<http://engineoil.api.org>）中规定的所有要求之后，为润滑油营销商颁发许可。作为授权条件，营销商必须签订 API 许可协议。

4.1.1.1 注：润滑油营销商的定义为负责维持品牌名称的完整性和品牌产品的市场代表性的营销组织。

4.1.2 基础油料制造商是一个负责监督一个或多个基础油料生产的组织，通过化学转化和/或物理分离的方式，产生由该制造商指定的物理和/或化学特性定义的产品。

4.1.2.1 发动机机油基础油料的生产通常涉及的一些化学转化包括氢化、低聚合、聚合、异构化和酯化。而其他化学反应也可能与制造商的工艺有关。

4.1.2.2 在基础油料生产中通常使用的一些物理分离方法包括萃取、蒸馏（例如复杂液体混合物的分馏）和过滤（例如除蜡操作）。然而，基础油料制造商也可以决定使用其他分离工艺。

4.1.2.3 基础油料生产商在生产基础油料时，除了化学转化和/或物理分离，还可以采用其他工艺，但不能代替化学转化和/或物理分离。

4.1.2.4 最终，基础油料被用作成品润滑油成分，例如为满足本标准中公布的性能要求而调配的汽油和柴油发动机机油。

4.1.3 车辆和 / 或发动机制造商【即汽车制造商联盟所代表的部分或全部、日本汽车制造商协会（JAMA）、卡车和发动机制造商协会（EMA）】、技术协会（如 ASTM 和 SAE）以及行业协会【API 和美国化学委员会（ACC）等】共同确定了性能要求、试验方法和限值。

4.1.4 API 许可三种类型的标志：API 服务符号和 API 认证标志，即“*Shield*” 和 “*Starburst*”。服务符号“*Donut*”通过 API 服务类别表示许可油的性能特性；SAE 粘度；以及“资源节约”、CI-4 PLUS 和 SN PLUS 分类（如适用）。API 认证标志则标明润滑油符合国际润滑剂规范咨询委员会（ILSAC）最低性能标准。

4.1.5 API 采用统称为 API 服务类别的字母数字系统来定义特定的发动机机油性能水平。车辆和设备制造商通常采用这些类别来识别汽油和柴油发动机所需的发动机机油性能水平。API 服务符号显示当前的 API 服务类别。API “C” 服务类别的制定过程详见附录 D。

4.1.5.1 API 认证标志不会改变。API 认证标志的年度许可仅向符合附录 H 中规定的当前 ILSAC 性能要求的发动机机油颁发。针对 API 认证标志制定新的发动机机油性能标准的过程详见附录 C。在该过程中，API 润滑油标准工作组可能随时要求 ASTM 或其他机构推荐 ILSAC 最低性能规格未涵盖的乘用车机油规范。这可能包括 API 润滑油标准工作组针对单独的发动机机油质量类别自行制定规范，该质量类别会根据附录 C 过程中考虑的与规格偏差/例外按 API S 性能类别进行描述。润滑油标准工作组的乘用车机油标准将被指定为 API S 服务类别。

4.1.6 获准使用 API 服务符号和/或 API 认证标志的发动机机油必须采用最新版的美国化学理事会（ACC）石油添加剂专家组产品批准实施规程（ACC 实施规程）进行发动机试验。ACC 实施规程要求预先登记所有发动机试验以及润滑油配方多重试验结果处理标准，以改善润滑油性能的测定（该信息参考网站见附录 K）。在正式发布之前，会将 ACC 实施规程的更新材料充分分发给 ILSAC、EMA 和 API，以便考虑这三个利益相关方可能提出的任何意见。对 ACC 实施规程的遵守（API EOLC 的要求）会受到定期审查，以维持持续的适用性和进行改善。

4.1.7 ACC 实施规程目前仅涉及部分发动机试验。对于使用 API S 和 C 服务类别和/或“资源节约”、CI-4 PLUS 和 SN PLUS 分类的发动机机油，应开展 ACC 实施规程所涵盖的发动机试验。

4.2. 许可油的性能

4.2.1 对发动机机油性能的最终评估包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列和台架试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。这些特定的试验用来模拟严苛的现场条件，并且经判断可以预测和应用到类似现场条件下的各种车辆试验。这些试验经过审查，并获准发布在 API、ASTM 和 SAE 等组织支持运营的公开论坛上。发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据试验的各种基础油和添加剂技术来判断有效性——通常指那些已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。被许可方有责任引入明显偏离现行做法的基础油或添加剂技术，以确保通过生成足够的车队试验支持数据，避免对车辆部件或排放控制系统带来不利影响。除了本规范中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。如果营销商故意采用被视为明显偏离现有行业做法的新技术，且仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验（模拟合理的客户操作范围）中的适用性，则营销商不得声称以合理和谨慎的方式行事。

4.2.1.1 除了 API 许可要求外，营销商还应采用普遍认可的质量控制措施来评估在 API 许可下生产的所有产品，以遵守在《EOLCS 在线申请表》中提交的预期流变特性、产品的具体元素构成及其他类别要求，这些要求可能表明此类产品在发售前的合规性（许可指纹）。此外，API AMAP 计划还会检测市场上的润滑油是否具有同样的特性，以进一步保证 API 许可合规性。

4.2.1.2 营销商有责任确认对润滑油配方添加识别标志不会影响润滑油的性能。此类标志可能包括染料、芳香剂、同位素标志或任何其他化学品标识。

4.2.2 宣称属于任何 API 服务类别的产品的营销商有责任确保润滑油符合特定 API 类别要求。除 ACC 候选数据包中提供的支持数据之外，润滑油营销商还应掌握充分的数据，以确保润滑油配方中包含任何非性能相关材料，例如为获得维持许可润滑油的性能与寻求的授权质量水平相一致的产品标识。

4.3. BOI-VGRA 工作组

4.3.1 支持产品声明的试验数据由各营销商负责收集。API 润滑油标准工作组通过其基础油互换（BOI）/粘度等级延伸（VGRA）工作组制定了《基础油互换和 SAE 粘度等级发动机试验指南》。

4.3.2 API 润滑油标准工作组和 BOI / VGRA 工作组将确定是否需要按照附录 C 或附录 D 中所述的矩阵测试对新发动机试验进行额外测试，以确保有足够的数据，以便在建立新发动机试验的同时，建立适当的基础油互换性和粘度等级发动机试验指南类别绩效标准。或者，公司可以提出发动机试验数据，支持新的延伸或交换指南，以便

通过投票方式采用。

4.3.3 营销商可选择使用 API 基础油可互换性指南、API SAE 粘度等级发动机试验指南，或替代两者的指定发动机试验。然而，使用此类指南的决定并不能免除营销商确保每种许可发动机机油满足所有发动机和台架试验性能要求的责任。

4.3.4 尽管有前述章节的规定，但润滑油营销商不得在可授权配方内交换任何基础库存，否则可能会导致该配方的预期性能受到该许可的损害。

4.4. 合规审计计划

4.4.1 所有获准使用 API 标志的发动机机油都要进行符合性审计。符合性通过比较润滑油的测定物理和化学特性与 API 存档的许可数据来判定。此外，还可能随机选择有限数量的产品进行发动机和台架试验。

4.5. 行业团体

4.5.1 行政指导专家组（AGP）是在 API 与福特、通用汽车和克莱斯勒之间达成的谅解备忘录条款基础上成立的，旨在为 EOLCS 提供指导。

4.5.2 行业内咨询专家组（IAG；参见附录 B），该小组由 API、ASTM、ACC、EMA、独立润滑油制造商协会（ILMA）、福特、通用汽车、克莱斯勒、SAE 和美国陆军等组织的代表组成，旨在向 AGP 提供有关 API EOLCS 的增强和改进的建议。IAG 的建议将纳入该计划。

5. API 标志说明

5.1. 综述

5.1.1 API 授予三种标志：API 认证标志“Starburst”和 API 服务符号“Donut”。2020 年 5 月 1 日开始，API 已授权第三个标志，即“Shield”标志。某些机油能够满足其中两个商标的技术和许可要求。如果获得适当许可，这些发动机机油可能会贴上一个或两个 API 标记。这三种标记的示例如图 1 和图 2 所示。

5.1.2 API 对发动机机油的许可并不意味着带有 API 标志的润滑油适用于现场所有车辆或发动机。消费者必须查看车主或操作员手册，获取特定车辆或发动机制造商的发动机机油建议。

5.2. API 认证标志“STARBURST”和“SHIELD”

5.2.1 每个 API 认证标志都是为识别推荐用于一般用途的发动机机油而设计的（例如，汽油、灵活燃油和轻型柴

油）。API 认证标志“Starburst”和“Shield”只有在机油满足附录 O 中规定的最新和适用的 ILSAC 最低性能标准的要求时才能获得许可。对于给定的应用，API “Starburst”保持不变，即使为该应用制定了新的发动机机油最低性能标准（见附录 C）。如果附录 O 表 H-7 中的要求增加了新的粘度，则 API “Shield”中的粘度可能会发生变化。



AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE	美国石油学会
CERTIFIED	认证
FOR GASOLINE ENGINE	汽油发动机
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE	美国石油学会
CERTIFIED FOR GASOLINE ENGINES	为汽油发动机认证

图 1—API 认证标志“Starburst”和“Shield”

5.2.2 ILSAC GF-6A 和 ILSAC GF-6B 是乘用车的最低性能标准，为签发带有 API 认证标志的许可证提供了当前依据。截至 2020 年 5 月 1 日，符合 ILSAC GF-6A 标准的 API 许可油有资格显示 API “Starburst”（见附录 O，表 H-6），符合 ILSAC GF-6B 标准的 API 许可油有资格显示 API “Shield”（见附录 O，表 H-7）。有资格获得 API 认证标志使用许可证的粘度等级列表见 5.4。

5.3. API 服务符号

5.3.1 综述

服务类别位于 API 服务符号的上部，以确定特定的发动机机油性能标准。API 服务符号可被许可用于乘用车机油、柴油发动机机油或两者，前提是这些机油满足相应 API 服务类别或分类的性能标准。目前，API 服务符号中可能包含的 API 服务类别有 SP、SN、SM、SL、SJ、CH-4、CI-4、CJ-4、CK-4 和 FA-4（请注意，FA-4 不能与任何 C 服务类别一起出现在 API 服务符号中）。自 2020 年 5 月 1 日起，API SP 已被允许包含在服务符号中。

5.3.1.1 符合 API CI-4 许可要求的机油也有权在 API 服务符号中显示 CH-4。

5.3.1.2 符合 API CJ-4 许可要求的机油也有权在 API 服务符号中显示带有 CI-4 及 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4。

5.3.1.3 符合 API CK-4 许可要求的机油也有权在 API 服务符号中显示 CJ-4、CI-4 及 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4。

5.3.1.4 自 2020 年 5 月 1 日起，SAE 0W-16 和 5W-16 机油可作为 API SP 获得许可。



图 2—API 服务符号

注：API 服务类别的字母标志符序列中省略了字母“SI”、“SK”和“SO”，因为它们与其他组织或系统存在着常见关联（2020 年 5 月 1 日起）。

禁止在 API 服务符号中一次使用多个 API 服务类别。随着新的石油性能标准的制定和批准使用，这些字母数字服务类别可能会发生变化（见附录 D）。

对于为柴油发动机应用而配制且同时满足 C 和 S 类别的机油，应将 C 服务类别放在首位，以便消费者能够认识到该机油主要是柴油发动机机油同时也满足 S 服务类别的要求。对于为乘用车机油应用而配制并同时满足 S 和 C 类服务类别的机油，应首先考虑 S 类服务类别，以便消费者能够认识到该机油主要是乘用车机油同时也满足 C 类要求。

5.3.2 乘用车机油服务类别

5.3.2.1 SP—2020 汽油发动机保修维护服务

API 服务类别 SP 用于描述 2020 年可用的发动机机油。这些机油用于当前和早期乘用车、运动型多用途车、厢式货车和轻型卡车中典型的汽油发动机，这些车辆按照车辆制造商推荐的维护程序进行维护。车主和操作员应遵循车辆制造商关于发动机机油粘度和性能标准的建议。

如果推荐使用 API 服务类别 SN 和更早的 S 类别，则可使用符合 API 服务类别 SP 名称（见附录 G 表 G-6 和表 G-7）的发动机机油。

符合 API SP 服务类别的发动机机油已按照 ACC 实施规程进行试验，可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

自 2020 年 5 月 1 日起，符合这些要求的发动机机油可在 API 服务符号的上部显示 API 服务类别 SP。

5.3.2.2 SN—2011 汽油发动机保修维护服务

API 服务类别 SN 用于描述 2011 年可用的发动机机油。这些机油用于当前和早期乘用车、运动型多用途车、厢式货车和轻型卡车中典型的汽油发动机，这些车辆按照车辆制造商推荐的维护程序进行维护。车主和操作员应遵循车辆制造商关于发动机机油粘度和性能标准的建议。

如果推荐使用 API 服务类别 SM 和更早的 S 类别，则可使用符合 API 服务类别 SN 名称（见附录 G 表 G-4 和表 G-5）的发动机机油。

符合 API SN 服务类别的发动机机油已按照 ACC 实施规程进行试验，可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

符合这些要求的发动机机油可在 API 服务符号的上部显示 API 服务类别 SN。

5.3.2.3 SM—2005 汽油发动机保修维护服务

API 服务类别 SM 用于描述 2004 年可用的发动机机油。这些机油用于当前和早期乘用车、运动型多用途车、厢式货车和轻型卡车中典型的汽油发动机，这些车辆按照车辆制造商推荐的维护程序进行维护。

如果推荐使用 API 服务类别 SL 和更早的 S 类别，则可使用符合 API 服务类别 SM 名称（见附录 G 表 G-3）的发动机机油。

符合 API SM 服务类别的发动机机油已按照 ACC 实施规程进行试验，可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

符合这些要求的发动机机油可在 API 服务符号的上部显示 API 服务类别 SM。

5.3.2.4 SL—2001 汽油发动机保修维护服务

API 服务类别 SL 用于描述 2001 年可用的发动机机油。这些机油用于当前和早期乘用车、运动型多用途车、厢式货车和轻型卡车中典型的汽油发动机，这些车辆按照车辆制造商推荐的维护程序进行维护。

如果推荐使用 API 服务类别 SJ 和更早的 S 类别，则可使用符合 API 服务类别 SL 名称（见附录 G 表 G-2）的发动机机油。

符合 API SL 服务类别的发动机机油已按照 ACC 实施规程进行试验，可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

符合这些要求的发动机机油可在 API 服务符号的上部显示 API 服务类别 SL。

5.3.2.5 SJ—1997 汽油发动机保修维护服务

API 服务类别 SJ 用于描述 1996 年可用的发动机机油。这些机油用于乘用车、运动型多功能车、货车和轻型卡车典型的汽油发动机，这些车辆按照车辆制造商推荐的维护程序运行维护。

如果推荐使用 API 服务类别 SH 和更早的 S 类别，则可使用符合 API 服务类别 SJ 名称（见附录 G 表 G-1）的发动机机油。

符合 API SJ 服务类别的发动机机油已按照 ACC 实施规程进行试验，可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

符合这些要求的发动机机油可在 API 服务符号的上部显示 API 服务类别 SJ。

5.3.3 汽油动力乘用车、运动型多功能车、货车和轻型卡车的“资源节约”发动机机油分类

5.3.3.1 综述

汽油动力乘用车、运动型多功能车、货车和轻型卡车的“资源节约”型发动机机油分类是具有节能特性的发动机机油的补充分类，使用时在 API 服务符号下部显示。表 A-1 和表 A-2 中对该补充分类的性能要求进行了技术描述。必须按 ACC 实施规程检验这些类别的符合性。可使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级发动机试验指南》（参见附录 E 和 F）。

5.3.3.2 “资源节约”与 API SP 服务类别结合使用

被指定为“资源节约”的 API SP 服务类别发动机机油，旨在帮助提高由汽油发动机提供动力的乘用车、运动型多功能车、货车和轻型卡车的燃油经济性，并保护车辆排放系统部件。与基准油（BL）相比，这些油在特定百分比和顺序试验中显示出燃油经济性改善（FEI），改善情况见表 A-1。此外，这些机油在表 A-1 中列出的其他试

验中证明，它们能提供更好的排放系统和涡轮增压器保护，并有助于在使用 E85 以下的乙醇燃料时保护发动机。之前的许多 S 类别主要关注“节能”，但这次主要反映对燃油经济性性能的强调。与 API SP 结合的“资源节约”重点关注燃油经济性、排放系统和涡轮增压器保护，以及与 E85 以下含乙醇燃料的兼容性。

自 2020 年 5 月 1 日起，通过表 A-1 所示限值测试并获得 API 适当许可的机油可在 API 服务符号的下部显示“资源节约”，并在上部显示 API 服务 SP。由于许多因素，包括车辆和发动机的类型、发动机制造变量、发动机的机械状况和维护、以前使用过的机油、操作条件和驾驶习惯，个别车辆操作员使用标有“资源节约”的发动机机油所获得的燃油经济性和其他“资源节约”效益可能会有所不同。

表 A-1—API SP 服务类别的“资源节约”主要性能标准

性能试验	性能标准
	FEI 总和 125 小时老化后的 FEI2 最小值
序列 VIE (ASTM D8114 ^a)	
粘度等级	
XW-20	3.8 %
XW-30	3.1 %
10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级	2.8 %
序列 VIF (ASTM D8226 ^a)	
粘度等级	
XW-16	4.1 %
序列 IIIHB (ASTM D1111)	81 %磷存留 (最小)
乳状液存留 (ASTM D7563)	无水分离
高温沉积物, TEOST 33C (ASTM D6335), 沉积物总重量 (mg)	
SAE XW-16, 0W-20	不需要
所有其他粘度等级	30 (最大)

^a粘度等级仅限于 0W、5W 和 10W 多级机油。

5.3.3.3 “资源节约”与 API SN 服务类别结合使用

被指定为“资源节约”的 API SN 服务类别发动机机油，旨在帮助提高由汽油发动机提供动力的乘用车、运动型多功能车、货车和轻型卡车的燃油经济性，并保护车辆排放系统部件。与基准油 (BL) 相比，这些油在特定百分比和顺序试验中显示出燃油经济性改善 (FEI)，改善情况见表 A-2。此外，这些机油在表 A-2 中列出的其他试验中证明，它们能提供更好的排放系统和涡轮增压器保护，并有助于在使用 E85 以下的乙醇燃料时保护发动机。

之前的许多 S 类别主要关注“节能”，但这次主要反映对燃油经济性性能的强调。与 API SN 结合的“资源节约”重点关注燃油经济性、排放系统和涡轮增压器保护，以及与 E85 以下含乙醇燃料的兼容性。

自 2010 年 10 月 1 日起，通过表 A-2 所示限值测试并获得 API 适当许可的机油可在 API 服务符号的下部显示“资源节约”，并在上部显示 API 服务 SN。由于许多因素，包括车辆和发动机的类型、发动机制造变量、发动机的机械状况和维护、以前使用过的机油、操作条件和驾驶习惯，个别车辆操作员使用标有“资源节约”的发动机机油所获得的燃油经济性和其他“资源节约”效益可能会有所不同。

表 A-2—API SN 服务类别的“资源节约”主要性能标准

性能试验	性能标准	
	FEI 总和	100 小时老化后的 FEI2 最小值
序列 VID (ASTM D7589 ^a)		
粘度等级		
XW-16	2.8 %	1.3 %
XW-20	2.6 %	1.2 %
XW-30	1.9 %	0.9 %
10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级	1.5 %	0.6 %
或		
序列 VIE (ASTM D8114 ^a)		
粘度等级		
XW-20	3.2 %	1.5 %
XW-30	2.5 %	1.2 %
10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级	2.2 %	1.0 %
序列 VIF (ASTM D8226 ^a)		
粘度等级		
XW-16	3.7 %	1.8 %
序列 IIIGB (ASTM D7320)	79 %磷存留 (最小)	
或		
序列 IIIHB (ASTM D8111)	81 %磷存留 (最小)	
乳状液存留 (ASTM D7563)	无水分离	
高温沉积物, TEOST 33C (ASTM D6335), 沉积物总重量 (mg) SAE XW-16, 0W-20	不需要	
所有其他粘度等级	30 (最大)	

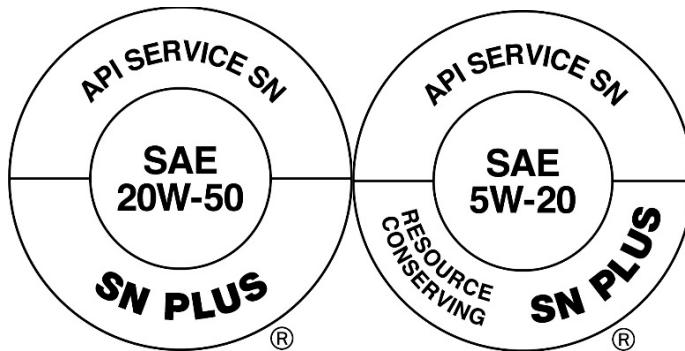
^a粘度等级仅限于 0W、5W 和 10W 多级机油。

5.3.3.4 “资源节约”与 API SN 服务类别和 SN PLUS 服务分类结合使用

API 服务类别 SN 发动机机油也具有 SN PLUS 分类，其配方旨在为涡轮增压直喷汽油动力车辆提供 API SN 性能和额外的低速预燃保护。

符合附录 G 表 G-4 中所示限值的 API SN (含 SN PLUS) 或 API SN (含 SN PLUS) 和“资源节约”要求，并获得适当许可的机油，可在 API 服务符号的下部显示“SN PLUS”或“资源节约 SN PLUS”，并在上部显示 API Sn (见图 3 和图 4)。

满足 SN PLUS 的机油也可以有效满足 API SN 的发动机润滑需要。满足 SN PLUS 和“资源节约型”的机油也可以有效满足 API SN 和“资源节约”或 ILSAC GF-5 的发动机润滑要求。具有 SN PLUS 和“资源节约”的 API SN 以及具有 SN PLUS 的 API SN 也兼容 API SN 之前的 API 服务类别。



API SERVICE SN	API 服务符号
SAE 20W-50	SAE 20W-50
SN PLUS	SN PLUS
RESOURCE CONSERVING SN PLUS	资源节约 SN PLUS

图 3—API SN 带 SN PLUS

图 4—API SN 带 SN PLUS 和“资源节约”

5.3.4 柴油发动机机油服务类别

5.3.4.1 CK-4—适用于 2017 重型柴油机服务

API 服务类别 CK-4 (见附录 I, 表 I-4) 描述了用于高速四冲程循环柴油发动机的机油，其设计旨在满足 2017 年公路车型和 Tier 4 非道路废气排放标准以及之前车型柴油发动机的要求。这些机油的配方适用于硫含量最高达 500 ppm (重量百分比为 0.05%) 的柴油的所有应用。但是，如果使用含硫量大于 15 ppm (重量百分比为

0.0015%）的柴油，这些机油可能会影响排气后处理系统的耐久性和 / 或排油周期。

在使用颗粒过滤器和其他先进的后处理系统的情况下，这些机油在保持排放控制系统的耐久性方面尤其有效。API CK-4 机油旨在增强对机油氧化、剪切引起的粘度损失和机油发泡的保护，以及对催化剂中毒、颗粒过滤器堵塞、发动机磨损、活塞沉积物、低温和高温性能退化以及与烟尘相关的粘度增加的保护。

符合 API 服务类别 CK-4 的发动机机油已根据 ACC 实施规程进行测试，并可使用《API 基础油可互换性指南》（见附录 E）和《API SAE 粘度等级延伸指南》（见附录 F）。

API CK-4 机油超过了 API CJ-4、CI-4 带 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4 的性能标准，可以有效润滑符合这些 API 服务类别的发动机。当 CK-4 机油与含硫量高于 15 ppm 的燃料同时使用时，请咨询发动机制造商以获得保养周期建议。

营销商可将符合 API CK-4 要求的产品许可为 API CJ-4、CI-4 带 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4。

5.3.4.2 FA-4—适用于 2017 重型柴油发动机服务

API 服务类别 FA-4（见表 I-4）描述了特定的 XW-30 机油，专门用于选定的高速四冲程柴油发动机，旨在满足 2017 年公路车型温室气体（GHG）排放标准。这些机油的配方适用于硫含量最高达 15 ppm（重量百分比为 0.0015 %）的柴油的公路应用。关于与 API FA-4 机油的兼容性，请参阅各发动机制造商的建议。

这些机油与高温高剪切（HTHS）粘度范围为 2.9 cP 至 3.2 cP 的油混合，可以减少温室气体排放。在使用颗粒过滤器和其他先进的后处理系统的情况下，这些机油在保持排放控制系统的耐久性方面尤其有效。API FA-4 机油旨在增强对机油氧化、剪切引起的粘度损失和机油发泡的保护，以及对催化剂中毒、颗粒过滤器堵塞、发动机磨损、活塞沉积物、低温和高温性能退化以及与烟尘相关的粘度增加的保护。

符合 API 服务类别 FA-4 的发动机机油已根据 ACC 实施规程进行测试，并可使用《API 基础油可互换性指南》（见附录 E）和《API SAE 粘度等级延伸指南》（见附录 F）。

API FA-4 机油不能与 API CK-4、CJ-4、CI-4 带 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4 机油互换或向后兼容。请参阅发动机制造商的建议，以确定 API FA-4 机油是否适合使用。不建议将 API FA-4 机油用于含硫量大于 15 ppm 的燃油。对于含硫量大于 15 ppm 的燃油，请参阅发动机制造商的建议。

5.3.4.3 CJ-4—适用于 2010 重型柴油发动机服务

API 服务类别 CJ-4 描述了用于高速四冲程循环柴油发动机的机油，其设计旨在满足 2010 年公路车型和 Tier

4 非公路废气排放标准以及之前车型柴油发动机的要求。这些机油的配方适用于硫含量最高达 500 ppm（重量百分比为 0.05 %）的柴油的所有应用。但是，如果使用含硫量大于 15 ppm（重量百分比为 0.0015 %）的柴油，这些机油可能会影响排气后处理系统的耐久性和 / 或排油周期。

在使用颗粒过滤器和其他先进的后处理系统的情况下，这些机油在保持排放控制系统的耐久性方面尤其有效。为控制催化剂中毒、颗粒过滤器堵塞、发动机磨损、活塞沉积物、低温和高温稳定性、烟尘处理性能、氧化增稠、起泡和剪切引起的粘度损失提供了最佳保护。

符合 API 服务类别 CJ-4 的发动机机油已根据 ACC 实施规程进行测试，并可使用《API 基础油可互换性指南》（见附录 E）和《API SAE 粘度等级指南》（见附录 F）。

API CJ-4 机油超过了 API CI-4 带 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4 的性能标准，可以有效润滑符合这些 API 服务类别的发动机。当 CJ-4 机油与含硫量高于 15 ppm 的燃料同时使用时，请咨询发动机制造商以获得保养周期建议。

营销商可将符合 API CJ-4 要求的产品许可为 API CI-4 带 CI-4 PLUS、CI-4 和 CH-4。

5.3.4.4 CI-4—适用于 2004 重型柴油发动机服务

API CI-4 服务类别描述了用于高速四冲程循环柴油发动机，其设计符合 2002 年实施的 2004 年废气排放标准。这些机油适用于硫含量高达 0.5 %（重量百分比）的柴油的所有应用。

这些机油专门用于使用废气再循环（EGR）且尚未确定这些机油对其他补充废气排放装置的影响的情况下维持发动机的耐久性。针对腐蚀和烟尘相关磨损趋势、活塞沉积、烟尘积聚导致的低温和高温粘度性能退化、氧化增稠、油耗控制损失、起泡、密封材料降解以及剪切导致的粘度损失，提供最佳保护。

符合 API 服务类别 CI-4 的发动机机油已根据 ACC 实施规程进行测试，并可使用《API 基础油可互换性指南》（见附录 E）和《API SAE 粘度等级指南》（见附录 F）。

API CI-4 机油的性能优于符合 API CH-4 的机油，可用于要求该 API 服务类别的发动机。营销商可将符合 API CI-4 要求的产品作为 API CH-4 产品进行授权。

5.3.4.5 CH-4—适用于 1998 重型柴油发动机服务

API CH-4 服务类别描述了用于高速四冲程循环柴油发动机的机油，其设计符合 1998 年的废气排放标准以及之前的车型。CH-4 机油专门与含硫量高达 0.5 %（重量百分比）的柴油混合使用。

即使在可能对磨损控制、高温稳定性和烟尘处理性能造成压力的恶劣应用条件下，这些机油对保持发动机耐

久性尤其有效。此外，还可提供最佳保护，防止有色金属腐蚀、氧化和不溶性增稠、起泡和剪切引起的粘度损失。

这些机油还具有根据各发动机制造商针对其特定发动机的建议，提供更灵活的机油排放间隔方法的性能。

符合 API 服务类别 CH-4 的发动机机油已根据 ACC 实施规程进行测试，并可使用《API 基础油可互换性指南》（见附录 E）和《API SAE 粘度等级指南》（见附录 F）。

CH-4 机油的性能优于符合 API CF-4 和 API CG-4 的机油，可以有效满足这些 API 服务类别的发动机的润滑需求。

5.3.5 CI-4 PLUS 分类与 API CI-4、CJ-4 和 CK-4 服务类别同时使用

API 服务类别 CI-4、CJ-4 和 CK-4 发动机机油也含有 CI-4 PLUS 类别，其配方旨在为柴油发动机驱动的车辆提供更高级别的保护，防止因剪切而导致的烟尘相关粘度增加和粘度损失。

符合附录 J 中规定的 CI-4 PLUS 要求并获得适当许可的机油，可在 API 服务符号的下部显示“CI-4 PLUS”，并在上部显示 API CI-4、CJ-4 和 / 或 CK-4（见图 5）。

符合 CI-4 PLUS 的机油在性能上优于符合 API CI-4 和 CH-4 的机油，并且可以有效满足这些 API 服务类别的发动机的润滑需求。

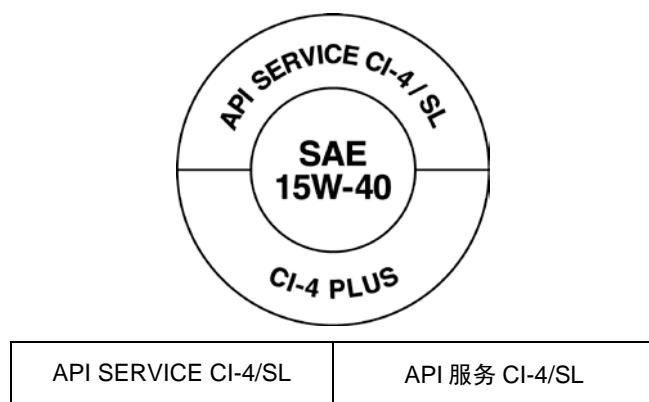


图 5—CI-4 PLUS 分类

5.4. 适用于 API 标志的 SAE 粘度等级

表 A-3 规定了符合 API 标志使用条件的 SAE 粘度等级。有关最新的 SAE 粘度分类要求，请参阅 SAE J300。

表 A-3—适用于 API 标志的 SAE 粘度等级

低温粘度等级	高温粘度等级						
	—	16	20	30	40	50	60
—		Y	Y	Y	Y	Y	Y
0 W	Y	YZ	XY	XY	XY	XY	XY
5 W	Y	Y	XY	XY	XY	XY	XY
10 W	Y	Y	XY	XY	XY	XY	XY
15 W	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
20 W	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
25 W	Y	NA	NA	Y	Y	Y	Y

注:

- X=符合 API 认证标志 “Starburst” 的资格，前提是该油满足本出版物中 API 认证标志 “Starburst” 的所有许可要求；
- Y=符合 API 服务符号 “Donut” 的资格，前提是该油满足本出版物中 API 服务符号 “Donut” 的所有许可要求；
- Z=符合 API 认证标志 “Shield” 的资格，前提是该油满足本出版物 API 认证标志 “Shield” 的所有许可要求； NA=不适用。

6. API 标志授权系统

6.1. 综述

6.1.1 API EOLCS 是一项自愿性的授权和认证计划，旨在定义、认证和监控被车辆和发动机制造商视为达到满意设备寿命和性能所必需的发动机机油性能。其目的在于确保消费者能够轻松识别符合车辆和发动机制造商最低性能标准的发动机机油。

6.1.2 要使用 API 三种标志中的任何一种，发动机机油营销商必须向 API 申请并获得许可证。营销商必须在 EOLCS 在线应用程序中完成所有申请步骤要求的信息，才能获得 API 标记的使用权，网址为 <http://engineoil.api.org>（见附录 P）。有意向申请许可证的营销商必须完成在线申请。在持续满足该程序目要求的情况下，许可证的有效期从许可证批准之日起至次年 3 月 31 日。完成所有续约步骤后，将获得年度续约。

6.2. 许可费

6.2.1 被许可方应支付维持 EOLCS 项目的 API 许可费。许可费一年审核一次。有关最新费用结构，请访问网址 <http://www.api.org/products-and-services/engine-oil/application-and-fees>。

6.2.2 申请人在申请时支付不可退还的费用。申请费按许可证收取，而不是按许可产品收取。无论申请人申请一种还是多种发动机机油的一个许可证，申请费相同。

6.2.2.1 目前，许可费以支付最低年许可费和额外的年许可费的形式存在，即被许可方在第一个百万美制加仑之后出售的任何以加仑包装和散装 API 许可油，都应支付额外的年许可费。

6.2.2.2 申请人仅在获得许可的第一年评估申请费。许可证续期时，根据被许可人的 API 许可油销售量评估是否向被许可人收取额外费用。要续订 API 许可证，被许可方必须报告上一年销售的所有 API 许可油（包装油和散装油）的数量。API 将对销售数据严格保密。

6.3. 营销商的责任

6.3.1 只有发动机机油营销商可申请并获得展示 API 标志的许可。【有关营销商的定义，请参见术语（附录 P）。】

6.3.2 如许可协议所述，营销商应自行负责确保展示 API 标志的油品性能特征符合该等级标志的所有要求。如果使用多个服务类别，营销商必须确保机油符合每个指定服务类别的最低性能要求。如果营销商在获取 API 标志的使用许可时，选择使用《API 基础油可互换性指南》或《API SAE 粘度等级延伸指南》，则还应负责按照附录 E 和附录 F 正确应用这些指南。

6.4. 授权程序

6.4.1 有效的 API 许可证允许营销商在其许可油上使用 API 标志，并且是营销商对其许可油符合许可要求的保证。EOLCS 在线申请要求申请人证明许可机油符合 EOLCS 要求，并遵守该程序和许可协议的所有要求。

6.4.2 EOLCS 在线申请程序规定了申请人必须提交的认证信息，以证明其机油符合特定的服务类别或当前的 ILSAC 规范，并有资格获得一个或多个 API 标志。所需信息见附录 P，包括营销商的证明，即申请许可的发动机机油的每个品牌和粘度等级符合以下技术标准的最新版本的要求：

- a. ASTM D4485
- b. SAE J300
- c. SAE J183

EOLCS 在线申请可能包括对上述标准的添加、删减或其他修改内容。

6.4.3 EOLCS 在线申请，包括但不限于以下认证声明：

- a. ACC 产品认证实施规范和 API 许可程序中涵盖的所有发动机试验必须按照最新版的《ACC 产品认证实施规范》（见附录 K）进行。
- b. 指南中任何基础油互换性或粘度等级延伸必须按照附录 E 和附录 F 进行应用。

EOLCS 在线申请明确指要求，使用《API 基础油可互换性指南》和《API SAE 粘度等级延伸指南》，并不能免除营销商达到许可润滑油的最低性能标准的责任。

6.4.4 要求申请人基于最终发动机机油配方，提交每个申请许可的产品的以下信息（请注意，粘度等级、服务类别或品牌名称的差异区分为一种单独的发动机机油）：

- a. 元素分析数据。
- b. 成品油物理特性。
- c. 添加剂和基础油信息。
- d. 发动机试验信息（适用类别发动机试验、基础油互换 / 粘度等级延伸的试验台代码）。
- e. 产品追踪代码信息。

EOLCS 在线应用程序规定，所有许可油都要接受监控和执行程序，包括审计。

6.4.5 营销商完成申请程序、支付费用并获发许可后，可按第 7 章的规定在许可产品上展示 API 标志。

6.4.6 API 将对许可申请人提供的所有专有数据严格保密。提交的信息只能按许可协议的规定使用。

6.5. 续期

如果被许可方报告上一年销售的许可产品数量、支付年费，并同意遵守许可协议的任何修订内容以及许可要求的任何修改或附加规范，双方每年可通过共同协定续签许可。

6.6. 系统监控和执行

如第 8 章所述，通过正式的监控和执行程序来维持 API EOLCS 计划的完整性。

6.7. 临时许可

6.7.1 在极少数情况下，根据 API S、C 或 F 服务类别的 API 许可要求或 ILSAC 最低性能标准规定的一项或多项测试可能会被 ASTM 分技术委员会 D02. B0 宣布为“失控”或“不可用”，或被 API 确定为“不可用”。做出这些声明或决定可能基于各种因素，如测试结果的严重变化、测试材料短缺、行业范围内测试相关的紧急情况、独立测试实验室缺乏测试可用性，或其他阻止测试运行的情况。当试验的监督工作组和分类工作组判断试验具有无法预测的性能时，ASTM D02.B0 可宣布试验为“失控”。ASTM D02.B0 及其监督专家组也可根据 ASTM 分技术委员会 B 测试可用性指南，宣布测试为“不可用”。如果 ASTM 确定某项测试为“可用”，而 API 确定同一测试为“不可用”时，则 API 将颁布临时许可。API 可自行确定某项测试因上述原因为“不可用”，尤其是在独立测

试实验室无法再运行一项或多项测试的情况下。当一项或多项测试被宣布为“失控”或确定为“不可用”时，如果候选发动机机油满足所有 API 许可要求，而仅仅是测试存在“失控”或“不可用”的情况，则 API 可以向申请人授予一个或多个临时许可证。

6.7.2 当一项或多项测试“失控”或“不可用”时，API 将评估其缺失对发动机机油许可和认证系统的影响。评估将包括以下内容：

- a. 测试性能测量或受影响的参数。
- b. 测试“失控”或“不可用”的原因。
- c. 建议的问题解决方案以及执行该解决方案所需的时间。
- d. 测试再认证计划。
- e. 提供可实现的任何替代测试 / 数据选项。

API 将进行评估，并将评估结果报告给润滑油标准工作组，并提出临时许可的建议。API 评估的结果将报告给润滑油标准工作组，并提出关于临时许可的建议。

6.7.3 当一项或多项测试预计在一段不确定、不明确的时间内“失控”或“不可用”时，API 将考虑替代测试，并向 AGP、润滑油标准工作组成员、实验室人员和其他有类别测试替换经验的人员征求意见。如果 API 提出建议且润滑油标准工作组同意，将成立一个工作组，API 将执行 6.8 中的步骤。

6.7.4 当一个或多个测试接近周期结束时（基于部分可用性），如果独立实验室收到的排队请求明显超过这些实验室的测试能力，API 可以对测试可用性进行主动监控。这种监控可能导致 API 宣布测试“不可用”。

6.7.5 API 将所有 API 许可证持有人、润滑油标准工作组、联盟、EMA、JAMA 和 ACC 通知 API 许可证所需的任何测试被宣布为“失控”或“不可用”的日期，以及测试被宣布为“不再失控”或“不再不可用”的日期。

6.7.6 临时 API 许可证的所有申请应包括支持候选发动机机油性能的数据，包括已测或待测。理想情况下，这些数据应符合 ACC 实施规程表 1 中所述的 2 级支持数据。在缺乏 2 级支持数据的情况下，被许可方应提交技术信息，证明候选发动机机油可以通过“失控”或“不可用”测试。

6.7.7 通过选中 EOLCS 在线应用程序中的“临时许可证”框，可以申请机油的临时许可证。只有当产品或配方在试验中没有合格结果或在使用时被宣布为“失控”或“不可用”的试验时，才应选中此框。如果申请人正在等待可用测试的测试结果，则不得勾选此框。

6.7.8 当基于《API 基础油可互换性指南》“互换”新配方中的基础油，或基于《SAE 粘度级发动机试验指南》“延伸”临时许可的发动机机油时，被许可方必须在该发动机机油的 EOLCS 在线申请上注明“临时”状态。

6.7.9 在测试“不再失控或不可用”且 API 已将此信息转发给持有临时许可证的每个被许可方后，持有临时许可证的被许可方必须获得该测试的通过结果。被许可方至少有 6 个月的时间来获得通过的结果，但如果测试时间或其他因素需要更长的测试时间，则可以给予更多的时间。

6.7.9.1 通过试验后，被许可方将通过提交临时许可油的修订配方并撤销临时许可配方，要求获得油的全面许可。EOLCS 在线应用系统要求一个品牌至少有一个有效配方，才能保持许可品牌。这也适用于 6.7.8 中产生的任何临时许可的“交换”或“延伸”油。

6.7.9.2 如果 API 未在向被许可方发出的“不再失控或不可用”通知中规定的时间内收到临时许可油的修订配方，API 将撤回临时许可油授权，并通知被许可方 API S、C、或服务符号中的 F 服务类别和 / 或 API 认证标志不得再显示在该发动机机油或基于该发动机机油临时许可的任何发动机机油的标签上（根据 6.7.8）。

6.7.10 获得 API 临时许可证的发动机机油将与获得 API 许可证的发动机机油以相同的方式列在 API 网站上的 API 许可证持有人目录中，无需任何特殊指定。根据第 4.2 条，被许可方仍应对获得 API 临时许可证的所有发动机机油的性能负责。

6.8. 为失控或不可用的测试建立替代或替换测试组建工作组

6.8.1 当 API 和润滑油标准工作组同意成立一个工作组，以建立替代试验，解决试验缺失或宣布“失控”或“不可用”的试验时，应按如下所示要求成立工作组：

- a. 对于验证油是否有资格获得在 API 服务符号中显示 API 认证标志或 API S 服务类别的许可所需的测试，应由 API 和 API 行政指导专家组 (AGP) 的汽车代表组成一个工作组。
- b. 对于验证油是否有资格获得在 API 服务符号中显示当前 API C 或 F 服务类别的许可所需的测试，API 和 EMA 应组成一个工作组。
- c. 对于验证油是否有资格获得许可证以同时在 API 服务符号中显示 API 认证标志或当前 API S、C 或 F 服务类别所需的测试，应由 API、AGP 的汽车代表和 EMA 组成一个工作组。

上述各小组 (API、AGP 和 EMA) 应选择三名成员加入工作组。工作组还可以邀请其他行业代表作为顾问、无表决权成员，以确保提供适当水平的专业技术知识，以了解允许临时许可的潜在影响。在任何情况下，API 员工都应担任一个或多个工作组的协调员。

6.8.2 工作组应完成全面审查，包括以下内容：

- a. 评估“失控”或“不可用”声明的原因。
- b. 进行风险评估并得出结论。
- c. 建议行动方案。
- d. 建议何时停止临时许可。

6.8.3 适当的规范制定机构（S 服务类别的 AOAP, C 和 F 服务类别的 DEOAP）负责评估和批准旨在解决与其权限范围内的 S、C 或 F 服务类别相关的“失控”或“不可用”声明的计划。

6.8.4 一个或多个工作组应尽最大努力去支持任何一个测试监督专家组的工作，通过提供新的测试选项，也偶尔通过资金和 / 或实物捐助（例如，测试零件、测试材料和油）。

6.9. 紧急临时许可

6.9.1 如果多个被许可方使用的基础油或添加剂供应中断，被许可方可申请短期紧急临时许可证。中断被定义为对基础油或添加剂供应的重大行业影响，使多个许可证持有人无法在不违反 API 许可协议的情况下销售足够数量的发动机机油。中断必须由不可预见的事件引起，包括但不限于爆炸、火灾、法律行动、自然灾害、流行病事件或恐怖主义行为，这些事件超出了单个许可证持有人的控制范围。

6.9.2 被许可方的紧急临时许可证申请必须包括导致需要紧急临时许可证的事件的详细描述；被许可方为寻找其他可许可材料来源（包括原材料和成品）而采取的措施、对短缺持续时间的估计以及 API 要求的其他支持信息。被许可方还必须提交符合 API 要求的技术信息，以支持使用替代成分不会对许可产品的声称性能标准产生不利影响。

6.9.3 紧急临时许可证的初始期限最长为 90 天。API 可自行决定将许可期限延长至 90 天以上。紧急临时许可证仅在被许可方获得替代材料、完成 API 规定的附加要求或中断结束之前有效，以较早者为准。紧急临时许可证的条件是被许可方完全遵守 API 规定的要求和其他条件，以保护消费者和程序的完整性。

6.9.4 API 很少授予本节下的救济。被许可人有责任明确证明，存在证明使用此类补救措施合理的紧急情况，并且被许可人未能获得基础油、添加剂或成品的供应并非由于被许可人的疏忽或未能使用良好的商业惯例所致。

7. API 标志的使用和标签要求

7.1. API 发动机机油质量标志

7.1.1 API 许可三种类型的发动机机油质量标志：API 认证标志“Starburst”（见图 6）、自 2020 年 5 月 1 日起的 API 认证标志“Shield”（图 7）以及 API 服务符号“Donut”（见图 8 和图 9）。如本节所述，只有在获得使用特定 API 标志的许可证后，营销商才能展示 API 标志。根据许可协议的条款，营销商可以多种方式使用商标：例如，在许可产品的容器上【瓶、罐、壶、小桶、大桶、中型散装容器（IBC）、箱子等】、在许可产品的广告中以及描述许可产品的材料。

7.1.2 API 可应要求为被许可方提供 API 标志的“相机排版”高清图像或电子版本（TIF、EPS、JPG、BMP），用来制作最终作品。

7.1.3 如果营销商满足该粘度等级发动机机油 API 标志的所有许可要求，则 API 认证标志“Starburst”和 API 认证标志“Shield”可与 API 服务符号“Donut”一起使用。请注意，粘度等级、服务类别或品牌名称的差异表示不同的发动机机油。API 标记应按照 7.2 至 7.4 所述进行定位和显示。7.4.

7.2. API 认证标志“Starburst”

7.2.1 如果使用 API 认证标志“Starburst”，则应将其清楚地显示在已获得 API 适当许可的发动机机油的容器正面。请注意，这并不妨碍持照营销商在容器背面再次显示 API 认证标志。

7.2.2 API 认证标志“Starburst”的外直径（从外部尖端测量）应至少为 2.1 cm，是内直径的 1.5 (± 0.1) 倍。外环的背景（包含“AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE”和“CERTIFIED”字样）颜色应与标签背景呈鲜明对比。（例如，如果标签背景为白色，则外环可能为黑色，字样为白色。）



图 6—API 认证标志“Starburst”

内圈的背景颜色应与外环呈鲜明对比。API 认证标志外环中的“AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE”和“CERTIFIED”字样和中心的“FOR GASOLINE ENGINES”字样都应大写。对于所有 API 认证标志使用者，API 认证标志的字母大小与分配空间的比例必须一致。所有被许可方的 API 认证标志中所用字样的字体必须相同。

7.2.3 API 仅用英语注册了 API 认证标志，只能以注册形式展示（参见图 6）。但 API 认证标志的目的是帮助消费者，API 鼓励获授权营销商将“CERTIFIED”和“FOR GASOLINE ENGINES”字样翻译成 API 认证标志之外的任何相应语言。必须按字面直译，并作为许可协议的一部分提供给 API。翻译之后的字样可位于标签正面的任何位置，但不能放在任何标记或标志内。“AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE”也是许可标志，未经 API 允

许不得翻译。

7.3. API 认证标志 “Shield”

7.3.1 如果使用 API 认证标志 “Shield”，则应将其清楚地显示在已获得 API 适当许可的发动机机油的容器正面。请注意，这并不妨碍持照营销商在容器背面再次显示 API 认证标志 “Shield”。

7.3.2 API 认证标志 “Shield”（从该标志形状的顶部到底部测量）的长度应至少为 2.1 cm。盾牌形状的内部（包含 AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE and CERTIFIED FOR GASOLINE ENGINES 的字样）和表示外护板形状的线条应为与标签背景形成对比的匹配颜色。（例如，如果标签背景是较浅的颜色，如黄色，则盾牌内部和盾牌外部应为较深的颜色，盾牌内的文字应以较浅的颜色显示，如背景黄色或白色。）



图 7—API 认证标志 “Shield”

字母 “AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE and CERTIFIED FOR GASOLINE ENGINES” 以及 SAE 粘度中的首字母缩写 SAE 和字母 “W” 均应为大写字母。

API 认证标志 “Shield” 内字体大小与分配空间的关系必须与图 7 所示的设计一致。所有字母必须使用无衬线字体。

7.3.3 API 仅以英语注册了 API 认证标志 “Shield”，并且只能以注册状态显示，如图 7 所示。然而，API 认证标志 “Shield”的目的是帮助消费者，因此 API 鼓励持照营销商将词语 “CERTIFIED FOR GASOLINE ENGINES” 翻译成任何适当语言标注在 API 认证标志 “Shield” 以外的位置。翻译之后的字样可位于标签正面的任何位置，但不能放在任何标记或标志内。“AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE” 也是许可标志，未经 API 允许不得翻译。

7.4. API 服务符号 “Donut”

7.4.1 API 服务符号 “Donut” 可位于容器外部的任何位置。API 服务符号的外径应为内径的 1.9 倍。服务类别位于 “Donut”的上半部分，SAE 粘度等级位于中心位置，可选的 “Resource Conserving”、CI-4 PLUS 和 SN PLUS 分类符号位于下半部分。API 服务符号应足够大，以便字母清晰可辨，并应严格符合图 8 所示的设计（包括所需信息及其位置）。

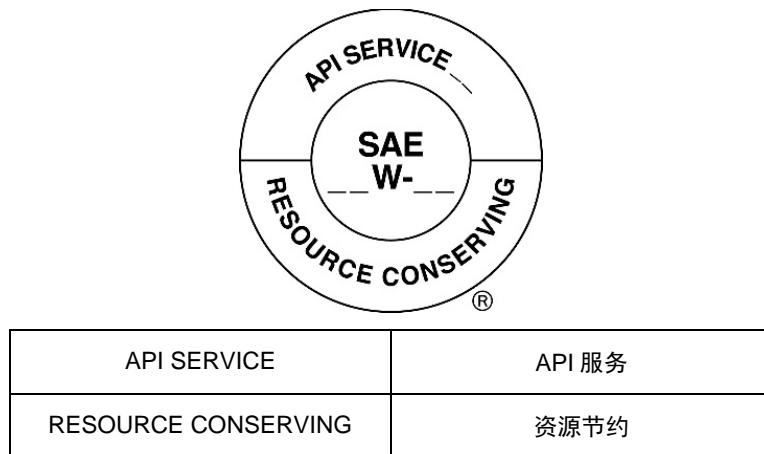


图 8—API 服务符号 “Donut”

7.4.2 自 2016 年 12 月 1 日起，当 API 服务符号带 FA-4 时，服务符号的上半部分必须被一条垂直线分割，并且 API 服务类别和短语 “API Service” 必须如图 9 所示（垂直线左侧的服务类别和右侧的 “API Service”）。请注意，经许可的 FA-4 机油应使用符合图 9 和图 10 中展示的上半部分设计的服务符号。

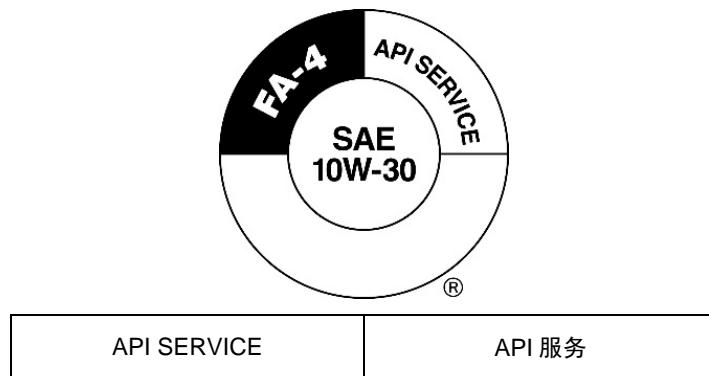


图 9—API 服务符号 “Donut” 带 FA-4

7.4.3 API 服务符号可显示为黑白、反转或彩色。图 9 和图 10 提供了可接受设计的示例。只要设计符合图 8、图 9 或图 10 所示的设计，任何颜色都是可以接受的。

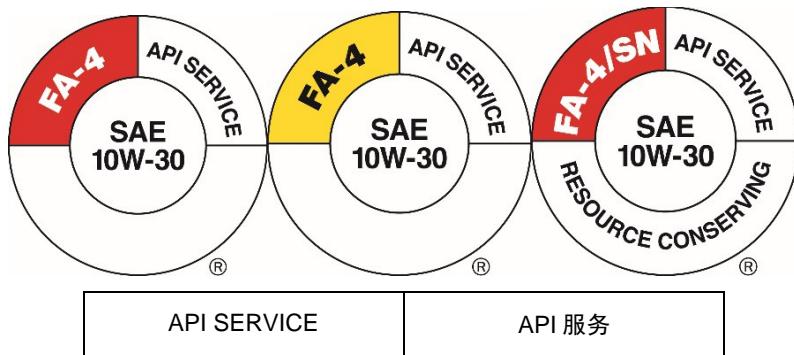


图 10—API 服务符号带 FA-4 的示例图

7.4.4 API 服务符号的使用仅限于当前的 API 服务类别【即 SP, SN; SM; SL; SJ; CH-4; CI-4; CJ-4; CK-4 和 FA-4】。除了 5.3.4 的限制外, 这些类别可能单独出现或与其他现有服务类别同时出现。API 服务类别必须出现在 API 服务符号的上半部分, 但这种布局并不妨碍它们出现在容器上的其他位置。禁止在 API 服务符号中使用 API 服务类别 SA、SB、SC、SD、SE、SF、SG、SH、CA、CB、CC、CD、CD-II、CE、CF、CF-2、CF-4 和 CG-4 (参见附录 A)。

7.4.5 在新类别或新分类产品首次使用日期之前的强制等待期内, 营销商可以在首次使用日期之前对符合相应性能并带有相应服务符号的许可产品进行包装。但此类产品不能在首次使用日期之前出售。

7.4.6 API 只注册了英文 API 服务符号 “Donut”, 它只能按所注册的方式显示, 并在图 8 至图 11 中说明。然而, API 服务符号 “Donut” 旨在为消费者提供帮助, 因此 API 鼓励特许营销商将这些数字中出现的相关词语翻译成 API 服务符号 “Donut” 以外的任何适当语言。译文放在标签正面任何位置, 但不能放在任何类别的标记或符号内。

7.4.7 禁止在 API 服务符号中一次使用多个 API 服务类别。SAE 0W-16 和 5W-16 机油只能按以下方式获得许可:

- API SN
- API SN 带 “资源节约”
- API SN 带 SN PLUS
- API SN 带 SN PLUS 和 “资源节约”
- API SP
- API SP 带 “资源节约”
- API SP 带 SN PLUS
- API SP 带 SN PLUS 和 “资源节约”

如果 API C 服务类别机油许可用于多个当前服务类别, 则这些机油可在 API 服务符号的上部显示服务类别。除 7.4.4 中规定的情况外, 如果发动机机油营销商选择将 API C 服务类别与当前的 API S 类别一起, 则必须在 API S 服务类别和 API C 服务类别之间放置一个斜线号 (/), 同类别分类用逗号分隔。API C 服务类别机油的许可证持有人可首先使用 C 类符号。可接受的符号示例有 “API 服务类别 SN”; “API 服务类别 CK-4”; “API 服务类别 CJ-4, CI-4 / SM”; “API 服务类别 SJ”; “API 服务类别 CJ-4 / SM”; “API 服务类别 CI-4”; 和 “API 服务类别 CH-4”。图 11 显示了 API 服务符号中使用的各种服务类别的符号示例。

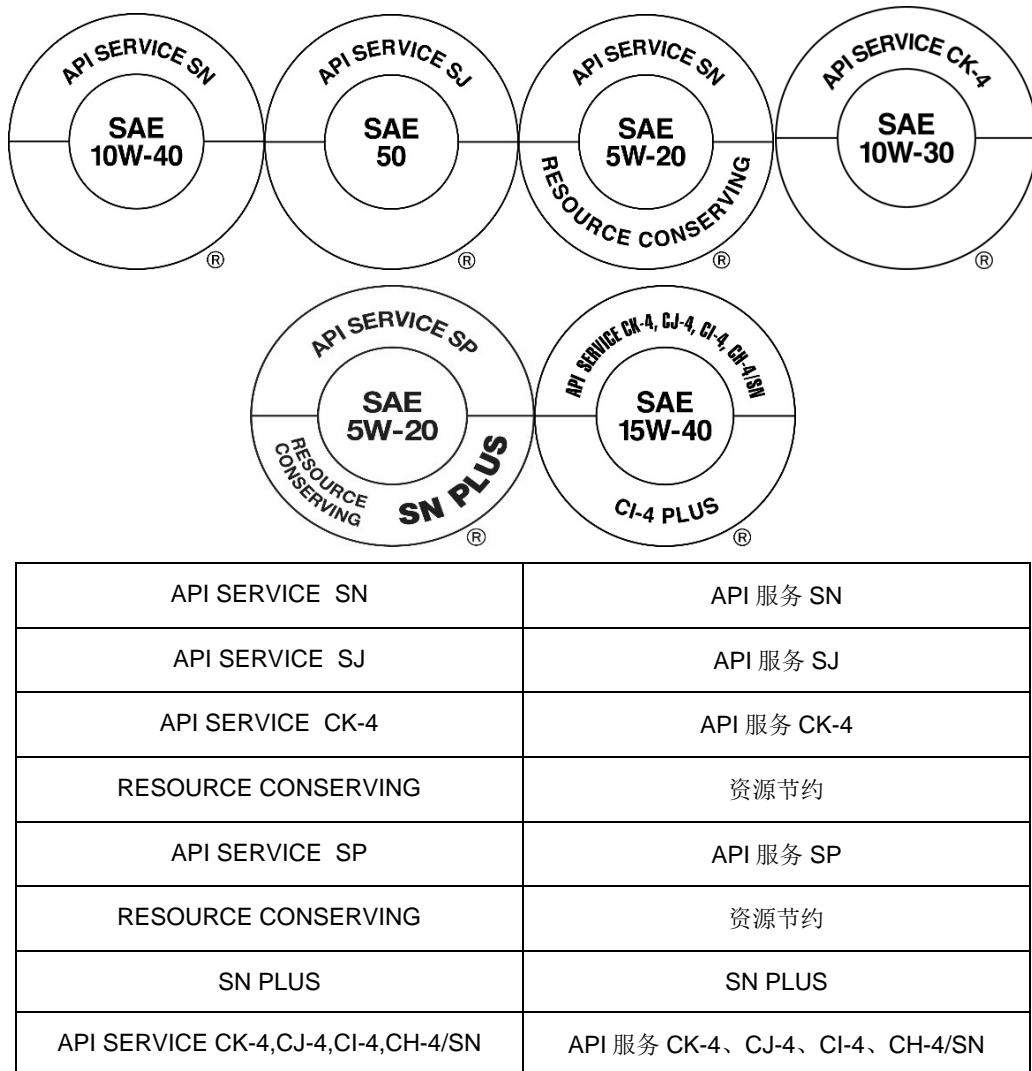


图 11—API 服务符号示例图

对于为柴油发动机应用配制并同时满足 C 和 S 类要求的机油，应将 C 类放在首位，以便消费者能够认识到机油主要是柴油发动机机油，但也满足 S 类要求。相反，对于为乘用车机油应用而配制并同时满足 S 和 C 类要求的机油，应将 S 类放在首位，以便消费者能够认识到机油主要是乘用车发动机机油，但也满足 C 类要求。一些汽车制造商担心，含磷量超过 800 ppm（质量分数 0.08 %）的发动机机油会对汽油发动机中的催化转化器产生不利影响。

7.5. 产品追踪编码

7.5.1 为通过符合性审计，营销商应确保在每个容器上展示产品追踪代码，并且这些代码清晰可辩、持久耐用。对每个容器编码，以便通过配方、包装日期和原产地对市场上的样品进行追踪。

7.5.2 只要适当或方便，营销商可使用任何编码系统。EOLCS 在线申请程序要求向 API 披露编码系统（参见附录 P）。未事先通知 API，不得更改编码。提供给 API 的编码信息将视为机密信息，仅按 API 许可协议的规定使用。

8. 系统监控、执行和符合性

8.1. 综述

8.1.1 API 的售后审计计划（AMAP）是一项监控和执行计划，旨在确保营销商（被许可方）在初次许可时和售后遵守 API EOLCS 的授权要求。监控和执行工作旨在确认每种许可产品符合下列条件：

- a. 在许可时，按 EOLCS 在线申请程序的油品物理特性和元素分析部分（“许可指纹”）所述，该产品许可配方的物理和化学特性符合在线申请表和第 6.4.2 段配方信息中要求的产品资格；
- b. 销售的每种许可产品符合该产品的“许可指纹”，且
- c. API 标志适当展示在许可产品容器上，并向消费者传达有关产品的准确信息。

8.1.2 为确保始终满足 API 授权要求，可使用发动机机油的“许可指纹”确定销售的发动机机油是否符合 EOLCS 在线申请程序中提交的数据。API 可根据第 6.4.4 段规定审查申请人在 EOLCS 在线申请程序中提交的信息。在适用情况下，这包括 API 获得并与申请人共同审查来自被许可方和计划信息的基础发动机、台架和分析试验数据，以确认达到 API 1509 和 ASTM D4485 中设定的适用标准。

- a. 如果适用信息包含发动机和 / 或台架试验，API 应确认被许可方拥有许可产品的通过试验结果（无论是完整的还是临时的），从而确定许可产品在初次许可（或续签许可）时达到 API 的标准。然后，API 应确认销售的许可产品是否符合“许可指纹”，以确定是否始终满足 API 的许可标准。正如第 6.3.2 条所述，营销商应自行负责确保展示 API 标志的油品性能特征符合该等标志的所有要求。
- b. 在适用情况下，可使用延伸指南替代发动机试验，API 应确认被许可方拥有试验配方的通过试验结果（无论是完整的还是临时的），从而确定许可产品在初次许可（或续签许可）时达到 API 许可的最低性能标准。然后，API 应确认销售的许可产品是否符合“许可指纹”，以确定是否始终满足 API 的许可标准。此外，为确保正确解读和运用延伸指南，在许可之前和之后，API 可能要求特定申请人与 API 一起详细检阅申请人如何解读和运用这些指南。与 API 进行此类审查不得免除营销商正确运用延伸指南的责任。

8.1.3 为确保上市的许可产品符合各自的许可指纹，API 将每年获取随机选择的许可产品的品牌和粘度等级样本。应要求被许可方尽合理努力确保向 API 提供此类样品。每个样品将根据审核标准（见附录 L 表 L-1）进行分析，该审核将物理和化学性质审核数据与相关许可产品的许可指纹进行比较，还可能包括表 L-2 中的测试。测试结果必须符合附录 L 中所述的物理和化学公差。如果测试的油与许可指纹相匹配，则 API 应认为取样油符合 API 许可标准（见 8.1.2）。这包括对支持许可产品的所有工作台和分析测试结果的全面审查。如果 API 无法确认许可产品符

合第 8.1.2 款的规定，API 应通知被许可方并采取第 8.2.1 款规定的适当措施。

在适用标准允许使用延伸指南代替指定的台架和分析测试，如果许可产品不符合该产品的许可指纹，则可能要求被许可方进行台架和分析测试。

8.1.4 API 会与独立组织订立合同，以从现场收集样品，执行所有物理和化学分析、台架试验和发动机试验。

8.1.5 通过售后审计计划获取的数据将视为机密信息，仅供相关 API 工作人员和被许可方使用，并且仅用于调查中所述的用途。未经被许可方书面许可，不得将来自售后审计计划的特定数据用于除监控过程以外的任何用途。如果 API 发布汇总数据，其并非针对特定的公司。

8.2. 违规行为

8.2.1 综述

EOLCS 违规行为分为两类：(a) 不符合技术规范，(b) 不正当使用 API 标志。

8.2.1.1 不符合技术规范

如果 API 许可的润滑油不符合技术规范，API 会尝试直接与营销商共同评估不合格性，并在自愿的基础上适当采取额外的纠正措施。如果问题无法令人满意地解决，API 将单独或共同采取或发起以下行动，以维护 API 标志的可信度并保护消费者权益。执行措施会涉及到所指控违规行为的严重程度、违规产品进入市场的时间长短、营销商为纠正违规行为所做的努力，以及可能对消费者造成的有害影响。这些措施包括：

- a. 暂时停止被许可方在产品上使用 API 标志的权力，直到采取纠正措施为止。
- b. 终止被许可方在个别产品上使用 API 标志的权力。
- c. 终止被许可方在其销售的所有 API 许可产品上使用 API 标志的权力。
- d. 要求被许可方从市场上撤除带有 API 标志的不合规产品。

注：在续签现有许可或颁发新许可之前，必须采取所有监控和执行措施，直至 API 满意。

8.2.1.2 不正当使用 API 标志

如果已获授权或未获授权的润滑油展示不正确的标签或未经授权的标签数据，API 会要求营销商中止和停止违规，并要求营销商证明已纠正违规行为。

8.2.2 验证是否采取 API 执行措施

API 会采取措施验证违规方已执行必要的纠正措施。为验证合规而采取的必要措施取决于违规的严重程度。按许可协议规定，验证程序的费用将由营销商承担。验证程序包括：

- a. 提交标签副本。营销商需提供反映纠正 API 标志违规行为的所有标签的副本。
- b. 证明。营销商需提供第三方（律师事务所或会计师事务所）公证书，表明已采取指定的补救措施。
- c. 重复检验。营销商同意进行任何商定的重复检验。
- d. 其他合规证明。API 可提出其他合理的要求来验证合规性。

8.2.3 申诉

如果 API 暂停或撤销许可，前被许可方可对该项决定提出申诉。必须以书面形式向 **Global Industry Services**（全球行业服务）部门主管提交申诉。申诉应包含对异议依据的陈述。必须在通知暂停或撤销许可之后 45 天内向 API 提交申诉。API 主管应在收到申诉后 45 天内调查提出的异议并作出书面回复。如果主管无法解决异议，则指定的申诉委员会应根据 API 现行政策召开听证会。

附录 A 发动机机油分类的演变

1911 年，SAE 制定了一种按粘度对发动机机油分类的系统。该分类系统一直运用到 1947 年，当年 API 指定了三类发动机机油：常规、优质和重型。通常，常规油是指纯矿物润滑油，优质油含有氧化抑制剂，重型油含有氧化抑制剂和清净分散添加剂。

认识到这种指定系统的不足之处后，1952 年 API 润滑油委员会与 ASTM 共同制定了发动机服务分类系统（ESCS）。API 和 ASTM 分别于 1955 年和 1960 年修订了 ESCS。ESCS 分别使用服务类别 ML、MM 和 MS 以及 DG、DM 和 DS 来区分汽油和柴油发动机性能。

在 1969 年和 1970 年，API、ASTM 和 SAE 建立了一个全新的分类系统，可满足汽车行业不断变化的保修、维护和润滑要求。SAE 初步确定有 8 个具有当下重大商业利益的乘用车发动机机油服务类别需要考虑。ASTM 确立了试验方法和性能特性，并在技术上描述了每个服务类别。API 设定了用户语言，包含 8 个服务类别的新字母标志。这 8 个发动机服务类别与 ASTM 技术描述和主要性能标准紧密相关。然后，SAE 公布了整个项目的结果和 SAE J183 方法。

多年来，API、ASTM 和 SAE 陆续确定了新的服务类别，并宣布旧的服务类别在技术上淘汰：三个组织宣布汽油发动机服务类别 SA 在技术上淘汰；当试验方法不再适用于验证性能时，服务类别 SB、SC、SD、SE、SF 和 SG 在技术上淘汰；当试验方法不再适用于验证性能时，柴油发动机服务类别 CA、CB、CC、CD、CD-II、CE、CF、CF-2、CF-4 和 CG-4 也在技术上淘汰；或者 API 润滑油委员会发起信件投票，淘汰其中一个或多个类别。表 A-1 列出了所有在技术上淘汰的服务类别。

在 1992 年和 1993 年，API、ASTM 和美国及日本汽车制造商改进了发动机机油的许可过程，以确保销售产品的质量，并提高消费者对新车推荐润滑油的认识。这一改进过程正是如今的 API 发动机机油许可和认证系统（EOLCS）。

表 A-1—淘汰的服务类别及相关军用和工业标志汇总

技术上淘汰的 API 服务类别	先前的 API 服务类别	相关的军用和工业标志
汽车汽油发动机（乘用车发动机机油）		
SA	ML	纯矿物油
SB	MM	抗氧化油，轻型
SC	MS (1964)	1964 MS 批准保修, M2C101-A
SD	MS (1968)	1968 MS 批准保修, M2C101-B, 6041-M (1970 年 7 月之前)
SE	无	1972 批准保修, M2C101-C, 6136-M (先前的 6041-M 修订), MIL-L-46152A
SF	无	1980 批准保修, M2C153-D, MIL-L-46152B / C, 6048-M, 6049-M
SG	无	1989 批准保修, MIL-L-46152D
SH	无	无
商用柴油发动机（柴油发动机机油）		
CA	DG	MIL-L-2104A
CB	DM	补充 1
CC	DM	MIL-L-2104B, MIL-L-46152B
CD	DS	MIL-L-45199B, 系列 3, MIL-L-2104C / D / E
CD-II	无	MIL-L-2104D/E
CE	无	无
CF	无	无
CF-2	无	无
CF-4	无	无
CG-4	无	无

附录 B

API / 汽车制造商行政指导专家组关于 API EOLCS 的行业间咨询专家组

B.1 范围

行业间咨询专家组（IAG）将就 API EOLCS 拟议的修改向 API / 汽车制造商行政指导专家组（AGP）提供建议。

B.2 职能

该咨询专家组将审查、评估 EOLCS 问题并提出相应建议，包括公差范围、售后审计计划、ACC 实施规程以及与授权计划相关的任何其他问题。

B.3 组织

以下各个组织将受邀向该咨询专家组分别派出一名代表：ACC、API、ASTM、汽车制造商、卡车和发动机制造商协会（EMA）、独立润滑剂制造商协会（ILMA）、日本汽车制造商协会（JAMA）、日本石油协会（PAJ）、SAE 和美国陆军。如果 AGP 认为有必要，其他组织的代表也可加入该咨询专家组。咨询专家组成员的委派由赞助组织自行决定，将负责从其组织的角度处理计划改进和问题。因此，咨询专家组成员没有固定的任职期限。

B.4 高级职员

IAG 主席是 API 代表。主席召集会议、制定议程并担任主持。

IAG 副主席每年由汽车制造商和 EMA 代表轮流担任。副主席协助主席工作，并在主席缺席时主持会议。

IAG 秘书是 API EOLCS 管理人员。秘书协助主席工作，安排会议、做会议记录并处理咨询专家组来往通信。

B.5 会议

在主席的召集下召开会议，每年不超过两次会议。在可能的情况下，咨询专家组会议将与业内人士广泛参加的其他预定会议同期举行。会议将根据 API 政策举行。

B.6 决议

在正式表决前，主席将尝试就问题达成共识。如未达成共识，将遵循标准的表决程序，需要出席会议的绝大

多数成员表决通过动议。每个组织在每次正式表决中均有一张选票。主席允许持异议的投票人在达成表决结果时提出其意见。

附录 C

针对 API 认证标志制定新的发动机机油性能标准

C.1 综述

API 自愿性发动机机油许可和认证系统（EOLCS）的目标之一是帮助消费者识别车辆和发动机制造商推荐的发动机机油。为实现这一目标，国际润滑剂规范咨询委员会（原国际润滑剂标准化及认证委员会）（ILSAC）和 API 于 1993 年创建了 API 认证标志。API 认证标志（简称“Starburst”标志）是一种注册标志，清楚地标识了符合 ILSAC 和 API 采用的最新发动机机油性能标准的乘用车发动机机油。新增“Shield”配套认证标志，以满足符合 ILSAC GF-6B 的发动机机油的特殊要求。

本附录概述了用于设定某些乘用车发动机机油规范的主要程序，并描述了 API 确定这些规范是否是授权发动机机油营销商使用 API 认证标志之参照标准的过程。

车辆和发动机制造商、技术协会、行业协会、润滑油和添加剂营销商、独立检测实验室和消费者在定义和制定新的发动机机油最低性能标准中发挥着重要作用。为平衡所有相关的行业参与者的意见，API 非常倾向于接受由 ASTM 分技术委员会 D02.B0 管辖、由 ASTM 试验监控中心监控并由 ASTM 监督专家组管理的发动机试验。

C.2 汽车 / 油品咨询专家组

汽车 / 油品咨询专家组（AOAP）制定了准许发动机机油营销商使用 API 认证标志的参照规范。AOAP 指导并推动了乘用车发动机机油 AOAP 性能规格的制定和实施。

C.2.1 API 更新成员资格提案

AOAP 应由在制定乘用车发动机机油规范方面具有重大利益的投票和联络成员组成。拥有重大利益的成员包括：

- a. 任何推荐该标准的汽油燃料汽车发动机制造商；
- b. 可能使用符合该标准的润滑油的汽油燃料汽车发动机制造商；
- c. 符合该标准的机油制造商或营销商；
- d. 用于配制符合该标准的机油的组分制造商。

表决成员应为在 API 润滑油标准工作组、ACC 石油添加剂专家组、ILMA、汽车制造商联盟或 JAMA 具有良好信誉的成员公司代表，以及在 ASTM、SAE 或 STLE 具有良好信誉的成员公司联络成员代表。美国陆军的代表也将被列为联络成员。

希望成为 AOAP 表决成员的公司应向 API 提交书面申请，其中包括对公司在规范中的重大利益的简要说明，以及上述某个组织的成员资格证明。API 将维护申请并符合成员资格的公司的名单。

加入本附录未列出的其他贸易组织并具有重大利益的公司，可通过寄函给 API 申请联络成员资格。书面申请必须说明该组织在发动机机油规范中的利益。对于申请成员资格的公司代表，如果对其加入的表决（由现有 AOAP 成员进行）得到绝大多数赞成票，则其将获得成员资格。此类表决可在会议或电话会议期间进行。组织的首次成员资格申请必须至少在启用支持规范的精度矩阵前 1 个月提出。

成员必须通过参加会议、进行表决或对表决结果发表评论，积极参与制定标准。如未能每年至少参加一次会议或就连续两次信件投票进行表决，则代表将从专家组名单中除名。

API 和联盟应分别为该专家组指定一名联合主席。联合主席的责任由 AOAP 商定。通常包括制定会议议程、审查行动以及在必要时要求表决。API 将提供行政支持，比如安排会议、分发会议通知和会议记录。

专家组成员可派遣代理人加入小组，代理人的加入可看作是满足成员积极加入小组的要求。如果成员选择派遣代理人，则成员应在预定的 AOAP 会议或电话会议开始之前，以书面形式向 API 提交代理人的姓名。可通过电子邮件或信件发送通知。代理人不一定是来自同一家公司的代表。

如果公司投票人发生变化，应以书面形式通知 API。

C.2.2 表决

AOAP 应尝试就必要性相关的问题以及规范草案的发布和定稿达成共识。在两个行业（汽车和油品）中，AOAP 需要获得三分之二的法定人数支持，才能开展业务。当专家组达成实质性协议后，即取得了共识。实质性协议仅意味着绝大多数支持，而不一定是一致同意。达成共识需要考虑所有意见和异议，并尽量对其进行解决。就这些程序而言，共识的定义如下：

- a. 投票经过平衡或加权，以确保汽车和油品行业的比例各占 50 %。
- b. 除去弃权，汽车和油品行业票数各达三分之二表示赞成。
- c. 两方面的所有合理票数各有 50 % 赞成。

共识的定义如上所述，每张反对票应附有以下所列信息。无论何时在 AOAP 会议期间投反对票，均应采用信件投票（电子投票）形式。具体信息如下：

- a. 反对票相关的具体段落、部分或章节。
- b. 反对票的具体实质性理由。
- c. 处理反对票的建议语言或行动。此外，每次弃权均应作出书面解释。

投票应符合资格，并根据最新版本的 **API 标准制定程序**审议和处理异议和意见。

如果 AOAP 无法就规范草案达成共识，则 ILSAC 可根据第 C.3.2.4 条发布行业意见草案。如果 AOAP 无法就最终规范达成共识，则 ILSAC 可根据 C.3.3.2 发布规范。如果 AOAP 无法就必要性达成共识，应根据 C.4.3 召集行政指导专家组。

C.2.3 程序

AOAP 应通过提供以下方面内容，以确保程序适当：

- a. 所有相关方均可参加 AOAP 的所有会议，以讨论拟议规范、做出决定或进行表决。
- b. 相关方有机会对规范草案发表意见。AOAP 应根据 C.2.2 中规定的共识标准对其收到的意见加以审查和评估。AOAP 应记录收到的关于规范草案的意见答复。
- c. 在此过程中拥有重大利益的任何一方均有权就 AOAP 行动或决定及时提出申诉。必须以书面形式向 AOAP 联合主席提交申诉。如果联合主席无法处理异议，则应将申诉转交给 API 申诉委员会进行处理。申诉应遵循最新版本的 **API “标准制定程序”** 中规定的流程加以处理。

C.3 AOAP 制定过程

AOAP 规范制定过程旨在达到以下目的：

- a. 验证是否需要新规范。
- b. 尽早达成利益相关方共识。
- c. 优化制定和批准新规范的过程。

新规范是分步骤制定的，其中一些步骤是并行进行的，并为后续步骤提供输入，如图 C-1 所示。

C.3.1 需求的确定

C.3.1.1 新规范请求

任何个人、公司或协会均可请求新的润滑油性能定义，这最终可能形成新的规范。要启动评估过程，必须向 AOAP 联合主席和 API 润滑油标准工作组主席提交新规范请求。

新规范请求必须包含关于拟议规范的充分数据和理由。请求必须体现出对重大油品性能变更的必要性，以达到现有类别未达到的要求。理由应包括但不限于以下一个或多个方面：

- a. 即将出台的政府规定。
- b. 消费者驱动的需求。

- c. 新硬件设计或服务要求。
- d. 当前油品遇到的实际问题。

在收到新规范请求之后，联合主席会将拟议的规范通知给 ILSAC 和 API 润滑油标准工作组，并请求协会确认 AOAP 应评估规范的必要性。

C.3.1.2 评估标准

AOAP 将会考虑下列问题，努力就新规范的必要性和周期达成共识：

- a. 拟议的变更是什么，为何需要变更？
- b. 提供的数据是否支持该项请求？
- c. 市场上何时需要该变更？
- d. 对发动机的潜在影响是什么？
- e. 对消费者的潜在影响是什么？
- f. 对环境的潜在影响是什么？
- g. 该变更对现有 API 类别有何影响？现有 API 类别能否满足表达的需求？
- h. 需要进行哪些性能和现场试验，才能正确评估要求的性能需求？
- i. 现在是否可以进行试验？如果不能，什么时候可以进行性能和现场试验？

AOAP 可随时寻求其他行业意见和数据，以帮助其做出决定。可能需要其他行业组织【如 SAE、API 底特律咨询专家组（DAP）以及 EMA】提供补充信息。

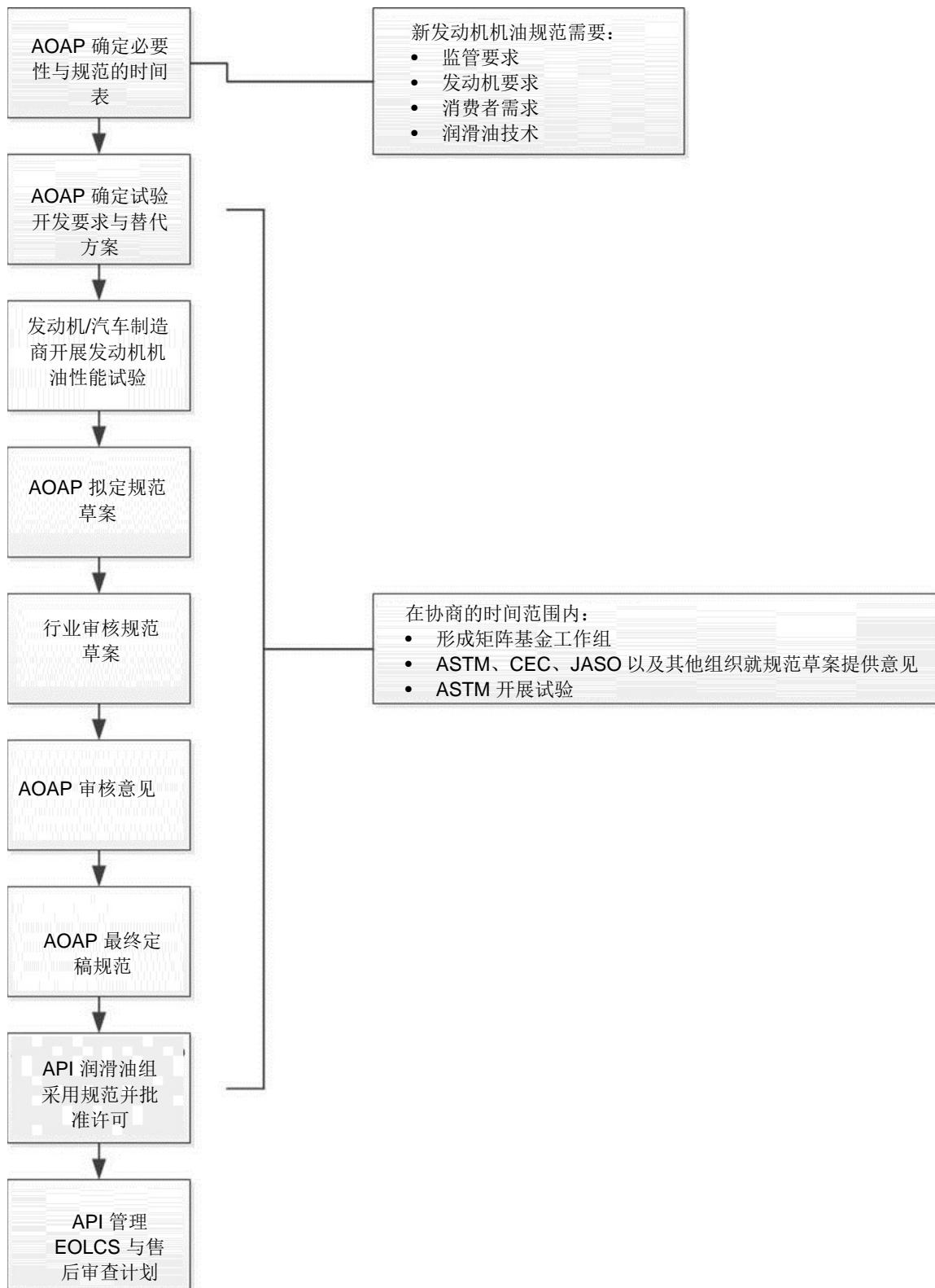


图 C-1—针对 API 认证标志制定新的发动机机油性能标准的过程

C.3.1.3 需求的确定

AOAP 应根据 C.2.2 中所述的共识流程评估请求，并做出以下决定之一：

- a. 支持新 AOAP 规范请求并开始制定。此项提议应记录依据，以确定新规范是否必要。
- b. 驳回请求。
- c. 给出无法达成共识的结论。

如果 AOAP 拒绝请求或无法达成共识，发起者可选择重新提交包含附加信息的请求。如果 AOAP 在审查附加信息后无法就必要性达成共识，应根据 C.4.3 召集行政指导专家组。

C.3.2 规范制定

如果 AOAP 批准制定新规范的请求，AOAP 将启动制定规范程序。在制定过程中，可能需要 ACC、ASTM、SAE、ILMA 和独立检测实验室等相关方予以协助。此过程也可能需要征求其他国家、地区或国际机构的意见，如日本汽车标准组织（JASO）和欧洲润滑油协调委员会（CEC）——LUBRICANTS Conseil européen de coordination pour le développement des essais de performance des combustibles, lubrifiants et autres fluides utilisés dans les transports。

C.3.2.1 时间表

AOAP 将拟议制定新规范的时间表，以便尽早发布 AOAP 规范和 API “Starburst” 或 “Shield” 产品的许可。该时间表应指出达到具体制定节点的日期，以及新规范首次允许授予 “Starburst” 或 “Shield” 标志的日期。应定期审查最终时间表。在审查时间表时，首次许可的拟议日期应允许润滑油营销商在首个许可日期之前有合理机会进行许可所需的试验。

在开始任何精度矩阵实验之前，时间表的要素应由 AOAP 表决成员正式商定，考虑到某些情况可能会改变时间表，随后的变更应由 AOAP 表决成员在 AOAP 就时间表达成一致之前商定。

C.3.2.2 测试研发需求和替代方案的确认

如果没有合适的试验方法，则必须开发新的试验方法。ASTM、CEC、JASO 或其他技术协会或行业协会、原始设备制造商（OEM）或第三方承包商可以制修订试验规程。AOAP 应根据 C.2.2 确定拟议规范中试验的适当性。

AOAP 将监管规范制定过程按照时间表进行。AOAP 还会在指定时间表内研发满足规范需求的替代方案，以免意外的问题或情况延误规范的制定。如果试验或性能测量未在预定时间前就绪，则应开发替代方案或放弃要求。

时间表的任何变更和 / 或规范的变更都要按 C.2.2 所述获得 AOAP 批准。

C.3.2.3 制定 ILSAC 草案

C.3.2.3.1 审查拟议的 ILSAC 规范草案

就必要性达成一致意见、找到试验方法和替代方案并确定时间安排之后，AOAP 将负责制定规范草案。应尽可能使用基于性能而非基于成分的标准。AOAP 可能会考虑任何利益相关方（ILSAC、API、ACC、公司、个人或其他协会）在发动机机油规范制定过程中提交的拟议要求。考虑这些意见之后，AOAP 可将拟议的草案发给 ASTM 乘用车发动机机油分类专家组（PCEOCP），以便在指定的时间范围内进行审查。如果适当，AOAP 可能也会将拟议的草案发给 JASO 和 / 或 CEC。

必要时，ASTM PCEOCP、JASO 和 / 或 CEC 将审查拟议的草案，并在规定的时间范围内编写非正式报告供 AOAP 考虑。在审查过程中，ASTM PCEOCP 以及 JASO 和 CEC（必要时）需要提供下列意见：

- a. 此类行业组织将评估拟议的规范草案和限制，并就拟议的试验方法是否能评估 AOAP 规定的需求提出意见。
- b. 每个组织需向 AOAP 发布报告，其中包含组织在审查期间收到的意见和数据摘要。

虽然 AOAP 可能会寻求 ASTM、PCEOCP、JASO 和 CEC 的意见，但如果未在规定的时间范围内交付审查结果，AOAP 可继续制定规范。根据第 C.2.2 条中规定的共识流程，AOAP 将发布其规范草案，供所有相关方审查和评议（参见 C.3.2.4）。

C.3.2.3.2 试验开展

一旦根据 C.3.2.2 进行新的试验（如展示润滑油性能区别），相应的行业组织（如 ASTM、CEC、JASO 或其他组织）将确定试验精度。

例如，如果 ASTM 正在开展发动机试验，AOAP 将为 ASTM 提供指定的时间范围。ASTM 应负责组建运转正常的工作组或监督专家组来协调试验和分析试验数据，包括确定试验何时可用于矩阵检验。对于台架试验，ASTM 必须提供在未指定监督专家组的情况下参考和 / 或校准每次台架试验的方法。ASTM 还要根据 AOAP 商定的时间表来制定其时间表，其中包括参考油选择、台架和发动机试验选择以及试验方法完成的计划日期等。目标是使试验规范化，并建立标准以证明试验精确、可重复并能加以区分。在纳入最终规范之前，所有适用的发动机和台架试验应由 TMC（或同等组织）监管（参见 C.3.3）。

如果 ASTM 未及时履行这些责任，AOAP 应采取适当的措施，确保满足 C.3.2.1 中关于实施规范的时间安排。这可能包括研发包含替代试验方法的 AOAP 规范。

C.3.2.3.3 规范研发经费

如 C.3.2.3.2 所述，确定精度所需的试验通常需要资金支持。有时，也可能需要资金来进行发动机试验，以建立基础油互换（BOI）和粘度等级延伸（VGRA）指南、研究报告和消费者教育计划。对于之前的 ILSAC 规范，汽车制造商联盟、JAMA、API 和 ACC 提供了这笔经费。当有精度和 BOI / VGRA 试验或其他资金需求时，润滑油标准工作组应成立工作组来评估需求并制定筹集资金的计划。集资工作组由来自润滑油标准工作组、联盟、ACC、ILMA、ASTM 和 JAMA 的志愿者组成。对于新的性能标准，集资工作组应至少要满足以下几点，以履行其职责：

- a. 根据矩阵设计工作组的建议，计算精度和 BOI / VGRA 矩阵检验所需的资金金额。
- b. 为拟议的精度和 BOI / VGRA 矩阵检验募集资金。
- c. 如有必要，修改矩阵检验设计以匹配可用资金。
- d. 建立精度和 BOI / VGRA 矩阵检验的协议备忘录（MOA）。
- e. 确保所有同意为矩阵提供资金的公司和组织签署 MOA。

C.3.2.4 ILSAC 规范草案的行业审查

C.3.2.3 中制定的 AOAP 规范草案将分发给所有相关方以征求意见。AOAP 将以书面形式征求意见，并在认为适当时候发起公共论坛。在确定最终规范的要求和限制之前，AOAP 将审查 C.3.2.3 中收到的行业意见和数据。如果草案与最终规范之间的要求发生重大变更，AOAP 将对修订后的规范开放另一评议期。所有评议期应至少为 30 天。关于初稿的意见，允许延长审查期限。如果 AOAP 无法就规范草案达成共识，则 ILSAC 可根据上述 C.2.2 发布行业意见草案。

在对 AOAP 规范草案进行行业审查的同时，API 将以保证该公司数据的机密性的方式，寻求关于规范样品油的数据（参见 C.3.3.1 中 b 项）。

C.3.3 规范最终定稿

C.3.3.1 审查制定过程

在新规范制定结束或接近结束时（如在 C.3.3.2 前），AOAP 应确认已解决下列事项：

- a. (1) 开发的试验满足 AOAP 认可的需求，(2) 拟议的消费者语言中包含的性能描述通过拟议的规范试验证实，(3) 时间表可以接受，(4) 选择用于定义新标准的试验方法体现了确立新性能水平的最佳方式。
- b. 已审查关于样品油的可用数据。样品油展示了拟议的新发动机机油规范的技术和商业可行性。这是采用基础油料和添加剂成分配制而成的油品，预计在新规范开始许可时可在市场上买到。理想情况下，油品

- 应已根据执行试验时有效的 ACC 实施规程¹（用于发动机试验），按拟议的限值，进行规范草案中要求的所有发动机、化学、物理和台架试验并获得通过。无需登记，但需校准试验台。
- c. 如果没有关于样品油的充分信息，AOAP 将重新评估规范草案的技术和商业可行性。虽然有关样品油的信息可用作限值设定过程的参考并有助于达成共识，但在根据 C.3.3.2 中 a 项达成共识之前，AOAP 不需要样品油。
 - d. 审查关于拟议规范的所有行业意见，以确保 AOAP 对其进行了足够详细的审议和处理。

C.3.3.2 批准 AOAP 最终规范

当 AOAP 同意该规范的原始目标看起来已得到满足时，AOAP 将立即组织表决，决定是否接受 AOAP 最终规范。如果 AOAP 根据 C.2.2 中的程序批准最终规范，则要将规范转发给 API 润滑油标准工作组，供其考虑在 API 1509 内采用。

C.4 API 润滑油标准工作组采用 AOAP 规范

C.4.1 润滑油标准工作组会议的召开

在 API 收到 AOAP 最终规范或 ILSAC 单方面发布规范后，API 润滑油标准工作组应尽快安排会议。润滑油标准工作组将根据 API 标准化制定程序，通过邮件投票决定是否接受 AOAP 规范或 ILSAC 单方面发布的规范，作为许可 API “Starburst” 或 “Shield” 标志的依据。

润滑油标准工作组主席将根据最新版本的 API 标准制定程序处理反对票和意见。

C.4.2 遵守流程

在提交已根据 C.3.3.2 批准的 AOAP 规范时，AOAP 必须提供满足下列标准的证明：

- a. 满足正当程序要求。
- b. 提供处理 AOAP 过程中提出的任何技术异议的理由。
- c. 提供至少一种样品油的数据，其符合规范交付时第 C.3.3.1 条 b 项规定的所有要求，前提是已获得此类数据。
- d. 证明 AOAP 规范润滑油可通过合理方式实现，并能在指定的时间范围内（如建议的额外合规时间）供消费者广泛使用。

¹ 只要 AOAP 接受了 ACC 实施规程作为发动机试验的基础。

- e. 根据上述 c 项和 d 项的数据，表明 AOAP 规范相比 AOAP 所考虑的任何其他规范提案，为消费者提供了更多必要的好处（如 C.3.1 所述）。

C.4.3 行政指导专家组的决议（如需要）

如果 API 润滑油标准工作组未采用 AOAP 规范或 AOAP 无法就必要性达成共识，行政指导专家组将撤销新规范的请求或开会考虑解除认证系统。

附录 D 针对 API C 服务类别制定新的柴油性能标准

D.1 综述

API 自愿性发动机机油许可和认证系统（EOLCS）的目标之一是帮助消费者识别满足其车辆需求的润滑油。这通过在 API 服务符号中使用类别标志来实现。这些类别基于发动机机油性能规格，需要受影响方之间的密切协调和共识。技术协会、行业协会、润滑油和添加剂营销商、车辆和发动机制造商、独立检测实验室和消费者在定义和制定新的润滑油最低性能标准中发挥着重要作用。本附录概述了每个组织在 API 许可的重型柴油规范制定过程中的角色和责任。

API 负责根据 EOLCS 采用的润滑油性能标准许可给发动机机油营销商，并且执行此类标准。API 润滑油标准工作组必须对任何新类别给予最终批准，并建议将其纳入 EOLCS。

D.2 柴油的 API C 服务类别

柴油 C 服务类别开发流程旨在实现以下目标：

- a. 证明和验证是否需要新类别。
- b. 尽早达成利益相关方共识。
- c. 为所有必需的类别要素确定资金来源。
- d. 优化制定和批准新类别的过程。

新的 C 服务类别分三个阶段制定，如图 D-1 所示。

D.3 类别开发阶段

D.3.1 阶段 1：类别要求/评估

D.3.1.1 发起者

任何个人、公司或协会均可申请新的润滑油性能定义，这最终可能形成新的类别（参见图 D-2）。该方被称为申请发起者。

D.3.1.2 评估过程

评估过程的目的是确定是否需要拟议的类别。为启动评估过程，发起者必须向 API/EMA 联合柴油发动机机油咨询专家组（DEOAP）主席提交新的类别请求。

DEOAP 是由 API 和 EMA 成员公司代表组成的正式委员会，负责处理影响两个行业协会的重型润滑油事宜。DEOAP 将指导并推动拟议重型润滑油性能类别的采用。除 DEOAP 成员之外，来自相关联盟组织（如 ACC、SAE、ASTM、ILMA 和美国陆军）的联络代表也可以加入。

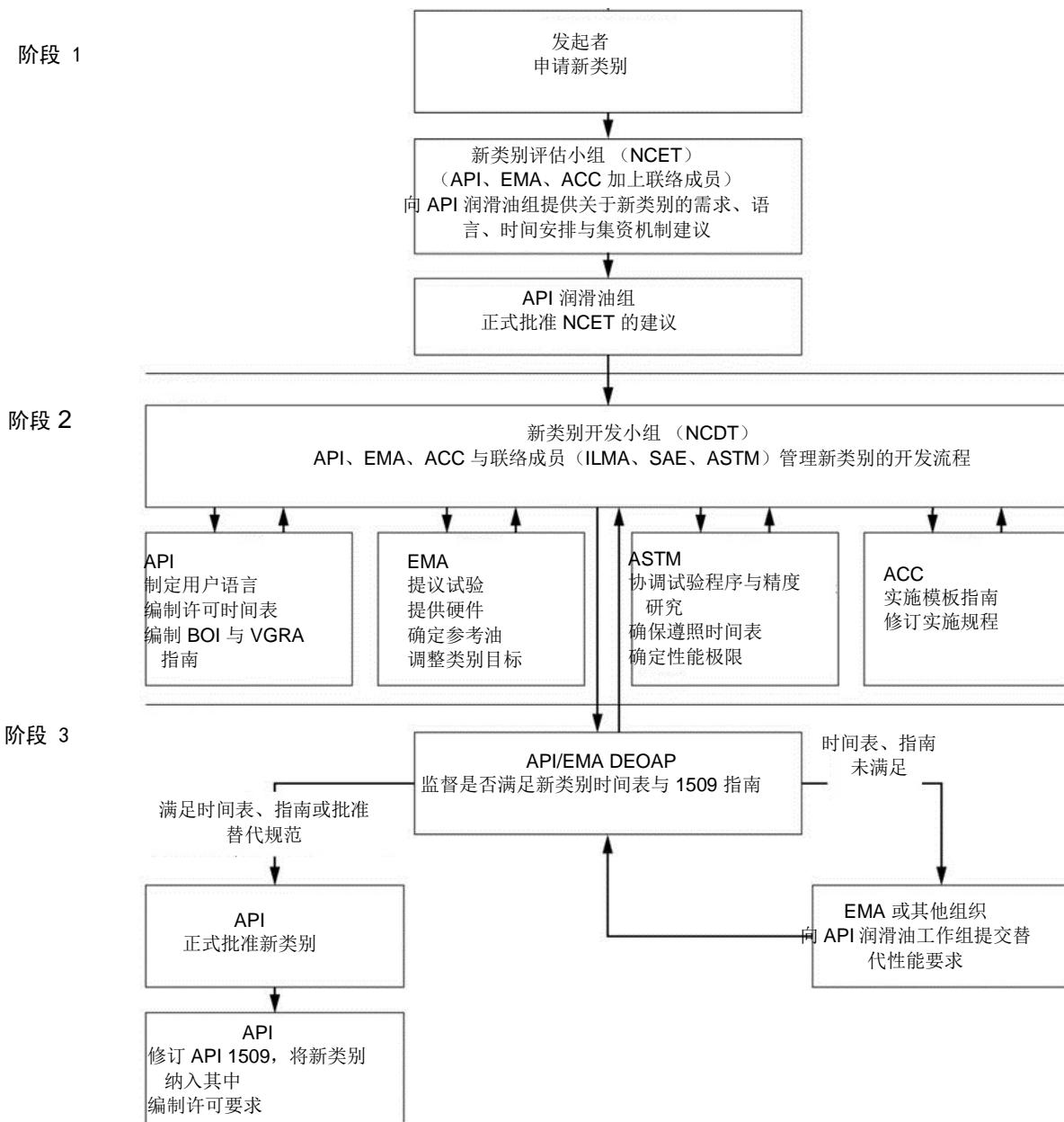


图 D-1—重型类别申请/批准过程

DEOAP 主席将确认收到新的类别申请，并与类别申请发起者一起为 DEOAP 提供做出决定所需的信息。从提交所有必要的信息之日起 6 个月，DEOAP 要决定是接受还是拒绝新的类别请求。如果未在 6 个月内就请求做出决定，则请求会自动转给 API 润滑油标准工作组，由其成员审议和处置。

发起者必须为拟议类别提供充分的数据和理由。请求必须体现出对重大油品性能变更的必要性，以达到现有类别未达到的要求。理由应包括但不限于以下一个或多个方面：

- a. 潜在或即将出台的政府规定。
- b. 消费者驱动的需求。
- c. 新硬件设计或服务要求。

D.3.1.3 新类别评估小组（NCET）

DEOAP 主席会请 API、EMA 和 ACC 委派代表加入专门的审查小组，即新类别评估小组（NCET），负责正式评估每个新类别申请。

NCET 成员数量应限制在完成该工作所需的最少人数，并与完整技术代表保持一致。人数可能因请求的类别而异。API、EMA 和 ACC 各自可最多派三名代表加入 NCET。在首次会议上，NCET 将制定工作规则、选举主席、决定由谁担任联络代表并请求与发起者会面。API、EMA 和 ACC 代表是平等的参与者，强烈建议以协商一致的方式作出决策。但如果这无法实现，API 和 EMA 代表将通过多数表决作出决策。如果赞成及反对票数相同，则由 DEOAP 来处理请求。所有 NCET 会议均对 API、EMA 和 ACC 成员公司代表及其他组织开放。

D.3.1.3.1 NCET 评估责任

NCET 将努力就下列问题达成共识：

- a. 拟议的变更是什么，为何需要变更？
- b. 提供的数据是否支持该项请求？
- c. 市场上何时需要该变更？
- d. 对发动机的潜在影响是什么？
- e. 对消费者的潜在影响是什么？
- f. 对环境的潜在影响是什么？
- g. 该变更对现有 API 类别有何影响？
- h. 是否可进行性能试验来正确评估要求的性能需求？
- i. 确定利益是否高于预计成本？
 - 1. 开发试验程序和确定精度并定义（如必要）拟议类别基础油互换（BOI）和粘度等级延伸（VGRA）指南将需要多少成本？
 - 2. 如果申请获得批准，预计为新类别开展工作的总成本是多少？

注：DEOAP 应负责计算制定拟议类别的预计总成本，并确保在向 API 润滑油标准工作组提交请求之前就类别开发融资达成原则性协议。为此，DEOAP 联合主席将为此特定目的成立专门工作组。该工作组应包括此过程中的主要利益相关方代表：API、EMA、ACC、独立检测实验室及其他相关方。

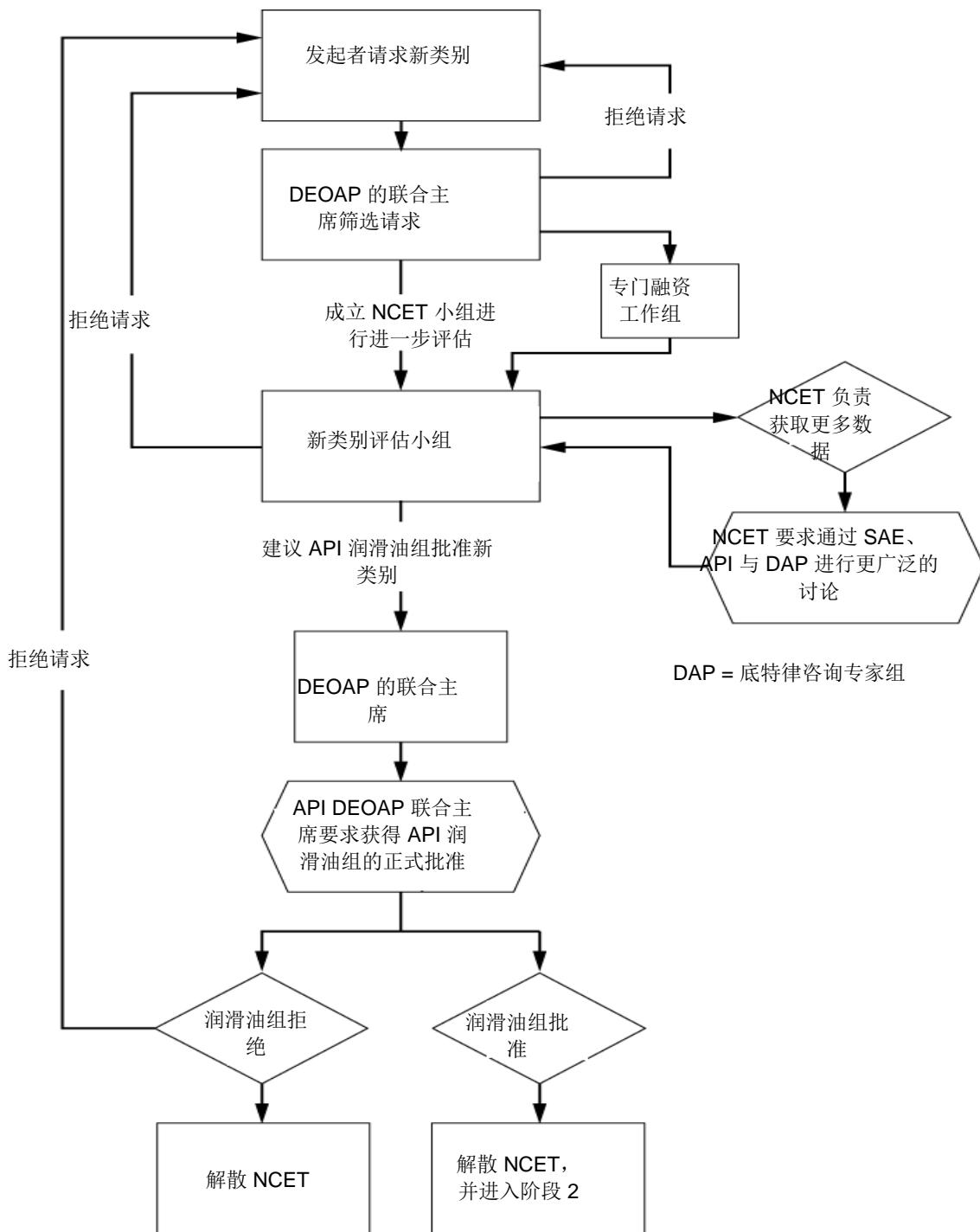


图 D-2—阶段 1：类别要求/评估

NCET 可随时寻求其他行业意见和数据，以帮助其做出决定。任何行业组织【如 SAE、API 底特律咨询专家组（DAP）以及 EMA】都可能被要求提供补充信息。

NCET 的具体职责是评估请求并做出以下决定之一：

- a. 支持新类别的请求，并建议 DEOAP 将请求转发给 API 润滑油标准工作组审议，以进行类别开发。该建议应确定类别的必要性、确认其可行性、提供类别开发的时间表、推荐类别的草案语言，并确认融资开发新类别的拟议方法。DEOAP 的 API 联合主席应向 API 润滑油标准工作组提供 DEOAP 建议以及适当的文件，以供后者在下次会议上审议。

或

- b. 拒绝请求，以书面形式向发起者解释拒绝的理由。发起者可选择重新提交含有附加信息的请求。

或

- c. 未达成共识。如果 NCET 无法就新性能类别的请求达成共识，API 联合主席应向 API 润滑油标准工作组提供投票结果和行动原因摘要。

D.3.1.3.2 API 润滑油标准工作组

API 润滑油标准工作组必须通过正式投票来批准或拒绝该项建议。如果拒绝，API 的 DEOAP 联合主席会向发起者提供书面说明，解释润滑油标准工作组不予批准的原因。发起者然后可根据润滑油标准工作组的行动发起包含修改内容的新请求。

如果 API 润滑油标准工作组批准 NCET 的新类别建议，API 的 DEOAP 联合主席将推动该过程，并开始开发新的类别。无论润滑油标准工作组批准或拒绝该项请求，都应在此时解散专门的 NCET。

D.3.2 阶段 2：类别要求/评估类别开发

D.3.2.1 新类别开发小组（NCDT）的责任

如果 API 润滑油标准工作组批准新类别开发的请求，API 的 DEOAP 联合主席将召集特别的新类别开发小组（NCDT）（参见图 D-3）。

NCDT 将按照与 NCET 相同的指导方针运作（参见 D.3.1.3）。但 API、EMA 和 ACC 代表无需同 NCET 一样。NCDT 将确定工作规则、选择主席或主持人，且如 NCET 一样，请其他组织或受影响方委派联络代表，包括：ASTM、SAE、ILMA、独立检测实验室或其他相关方。在类别开发过程中，也可能需要征求其他国家、地区或国际机构的意见，如 JAMA。

DEOAP 联合主席会向 NCDT 解释润滑油标准工作组设定的任何条件，包括但不限于以下方面：

- a. 为该类别拟议的草案语言。
- b. 拟议的时间表。

DEOAP 联合主席应负责确定资金来源，以涵盖所有必需的类别要素的具体费用。这些要素可能包括开发新的发动机和台架试验以及精度矩阵检验，由职能工作组（如 ASTM 和 NCDT）分别在第 2 阶段进行确定和确认。DEOAP 联合主席将成立新的特别融资工作组，或者重新召集工作组，以便就融资问题达成原则性协议（参见 D.3.1.3.1）。该工作组的构成方式与原工作组相同，在职能上类似。

NCDT 将管理和协调新过程，以便在时间表和预算范围内获得最终批准。联合主席将代表 EMA 和 API 润滑油标准工作组监控该过程，并定期向他们报告进展情况。此外，联合主席将履行 NCDT 职责未涵盖的任何其他联络职能。

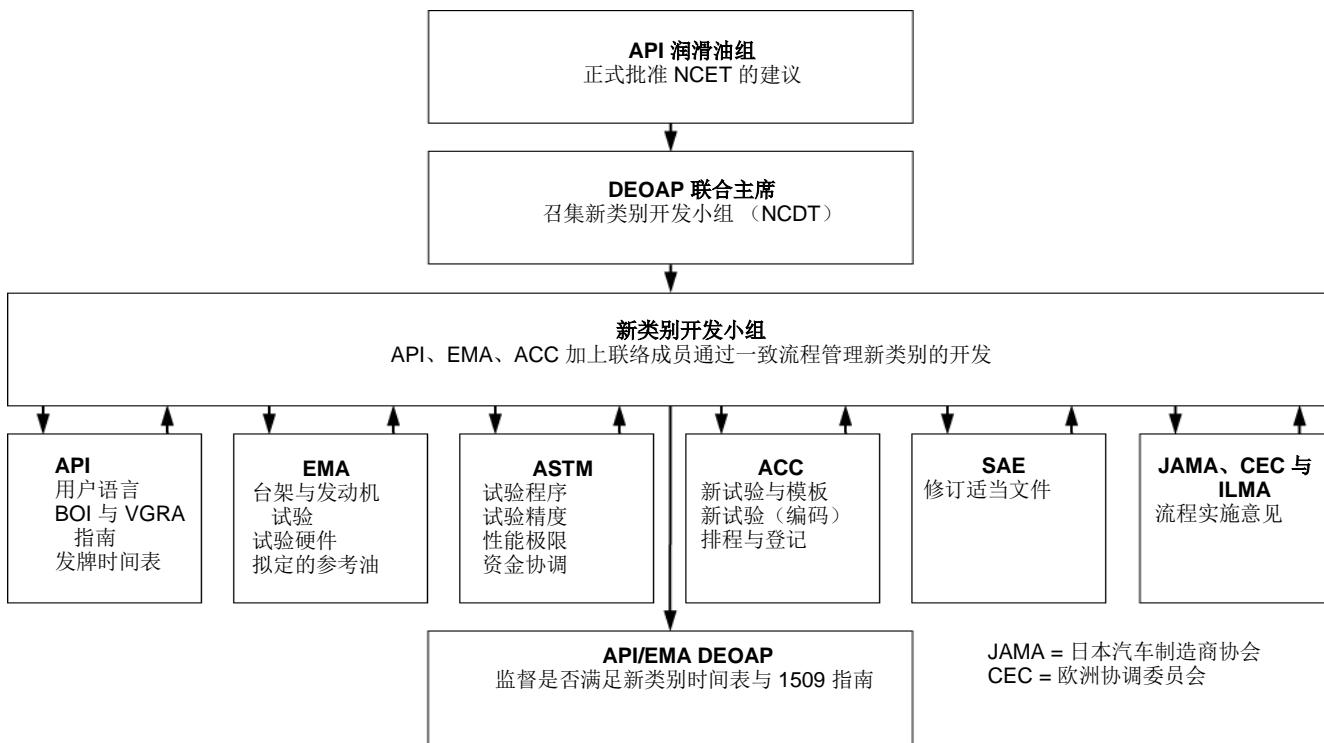


图 D-3—阶段 2：类别开发

D.3.2.2 NCDT 的具体职责

NCDT 将通过由 NCDT 成员领导的四个职能工作组管理类别开发的各个阶段：API 成员管理 API 职能，EMA 成员管理 EMA 职能，ACC 成员管理 ACC 职能，其他 NCDT 成员管理 ASTM 和 SAE 职能。

D.3.2.2.1 API 职能

- 确保现有类别与拟议类别之间不会发生冲突。
- 根据数据（包括 ASTM 矩阵检验）、工程判断和现场经验，与 API/BOI/VGRA 工作组协调制定基础油互换和粘度等级延伸指南。
 - 确保按照 NCET 制定的计划（参见 D.3.1.3.1 条）对新发动机试验进行矩阵检验，以便有足够的数据在确定类别性能标准的同时确定适当的 BOI 和 VGRA 指南。
 - 在正式批准之前，与 NCDT 共同审查拟议的 BOI/VGRA 指南。这些指南将放在新的类别请求中，并转发给 API 润滑油标准工作组，供其考虑纳入 API 1509、发动机机油许可和认证系统。
- 拟定时间表，以便在最早的可行日期发放许可。该时间表将指明新类别首次允许许可的日期。通常，新类别的首次允许许可日期是在 ASTM 下属委员会 B 正式批准用于定义该类别的新性能标准之后 1 年。这

段时间使所有润滑油营销商有机会满足该类别要求。

- d. 制定消费者用户草案语言。该语言的最终版本将由 API 润滑油标准工作组和 EMA 润滑油委员会予以批准。
- e. 确保在类别开发过程中出现的紧急营销或消费者问题引起负责组的注意，以便解决。

D.3.2.2.2 EMA 职能

- a. 指导适当的参考油以及高低区分性润滑油的选择过程。必须至少确定一种符合新类别中包含的所有台架和发动机试验要求的参考油。该润滑油将用于试验开发，并在必要时重新配制，以确保最佳的性能测量。在 ASTM 确定任何新的最低性能类别之前，必须有至少一种参考油能够满足所有类别要求。该参考油应已根据 ACC 实施规程进行发动机试验。

新类别发起者或其指定人员将主要负责推荐润滑油选择。DEOAP 将提供反馈并正式批准选择，且由 ASTM 来审查选择。

注：每次试验都应使用“区分性”润滑油。理想情况是，最低性能参考油代表被取代的油品性能水平，并且高性能参考油符合新类别的预期性能水平。

- b. 推荐和/或提供相关的发动机试验和硬件（无论是否有试验程序）。
- c. 随时了解可能发生的变化（政府、行业或消费者变化），并在必要时建议对新类别进行修改，以确保其符合预定目标（参见 D.3.1.3.1）。与 NCDT 协调配合语言和试验的任何必要修改。

D.3.2.2.3 ACC 职能

- a. 根据 ACC 实施规程模板的标准评估新试验，目的是优化经济有效的发动机试验质量。试验精度和区分为待评估的质量示例。为 DEOAP 和 NCDT 提供评估分析。
- b. 将符合模板要求的新发动机试验合并到 ACC 实施规程中，并附上试验计划和登记程序。

D.3.2.2.4 ASTM 和 SAE 职能

- a. 通过 ASTM D02.B0.02 节重型发动机机油分类专家组选择或开发试验方法，以评估 NCET 定义的必要性。
- b. 确保为新类别选择的台架和/或发动机试验满足 API 润滑油标准工作组批准的消费者草案语言要求。NCDT 和 ASTM 还要制定时间表，其中包括参考油选择、台架和发动机试验选择以及试验方法完成的计划日期等。日期必须和润滑油标准工作组批准的日期相符（参见 D.3.2.1）。试验应与现场经验相关联。
- c. 在选择适当的区分性参考油为拟议的新类别执行各项试验时，按照要求为新类别发起者提供意见（参见 D.3.2.2.2）。
 1. 与其他相关的技术协会（如 SAE）协调配合，制定并批准不属于 ASTM 系统却作为标准和规范公布的书面试验程序和限值。
 2. 一旦试验表现出令人满意的润滑油性能区分，则执行矩阵检验来确定试验精度，并评估基础油和粘

度等级效应。例如，如果 **ASTM** 要开发发动机试验，则 **ASTM** 有责任成立运转正常的工作组或监督专家组来协调活动和分析试验数据。对于台架试验，**ASTM** 必须提供在未指定监督专家组的情况下参考和 / 或校准每次台架试验的方法。

- d. 通过相关的 **ASTM** 小组实施并协调 **NCET** 推荐的融资机制，并由 **API** 润滑油标准工作组批准开发试验、精度和基础油互换。同时，对试验监控中心设定高参考/“通过”类别润滑油。
- e. 对每次试验和整个类别设定通过/失败限值。
- f. 在适当时更新 **SAE** 的“J”文档。

D.3.2.3 类别完成

在新类别开发结束或即将结束时，**NCDT** 必须采取多项行动，以使该过程成功完结。一般来说，这些行动是审查四个职能组的成果，并在必要时提出建议，以确保分散的部分顺利完成而又相互协调。具体行动如下所示：

- a. 对于 **ASTM** 职能组，审查为区分和精度而开发的试验数据的适当性。就每项新性能试验的最终描述以及所选的最佳试验方法和性能极限达成共识。（至少需要一种能够满足所有最低性能标准的“示范”参考油。）
- b. 对于 **ACC** 职能组，确保 **ACC** 实施规程包含每项新发动机性能试验。
- c. 从 **SAE** 和其他合作机构获取作为新类别必要组成部分的任何标准、规范和刊物。

如果 **NCDT** 同意其所有最初目标都已实现，该小组会将新类别相关的所有程序、事实、数据和信息转交给 **DEOAP**。**DEOAP** 将立即召集 **NCDT** 并与其共同确保：（1）根据 **NCDT** 指南开发的试验满足原始发起者表达的需求，（2）拟议的消费者语言中包含的性能目标通过为该类别拟议的试验证实，（3）时间表可以接受，（4）选择用于定义新标准的试验方法体现了确立新性能水平的最佳方式。所有意见都将经过评估，包括 **API BOI** 和 **VGRA** 指南。然后 **DEOAP** 联合主席将向 **API** 润滑油标准工作组提交完整的方案，并提出正式批准建议。**API** 必须批准完整的方案，包括最终消费者语言。

D.3.3 阶段 3：类别实施

D.3.3.1 替代类别开发过程

如 D.3.2.1 所述，联合主席将监控类别开发过程，以确保遵守时间表及其他适用的 **API 1509** 新类别指南（参见图 D-4）。

如果出现无法克服的意外问题或情况，并且过度延误类别开发或妨碍原始计划达到预期，**EMA** 可选择通过文中所述过程以外的过程设定最低性能要求或新类别，以供 **API** 审议。但在此之前或采用新的最低 **API** 性能类别之前，必须得到 **API** 润滑油标准工作组的批准，同时纳入 **API 1509**。

D.3.3.2 正常类别开发过程

NCDT 和 **DEOAP** 均一致认为 **API** 润滑油标准工作组在评估阶段批准的所有新类别参数均已得到满足（参见

D.3.2.3)，之后将实施最终批准程序。但如果由于某种原因而未获得全面、完整的批准，DEOAP 将进行必要的协商以解决分歧。

解决所有分歧之后，最终规范中应包含 API 类别标志、性能参数说明、通过/失败限值、BOI 和 VGRA 指南、ACC 实施规程要求和消费者语言。许可的时间表也将由 API 指定。

获得最终批准后，API 工作人员将负责发布 API 1509 的修订版，并为润滑油营销商和其他受影响方提供关于新许可标准的建议。

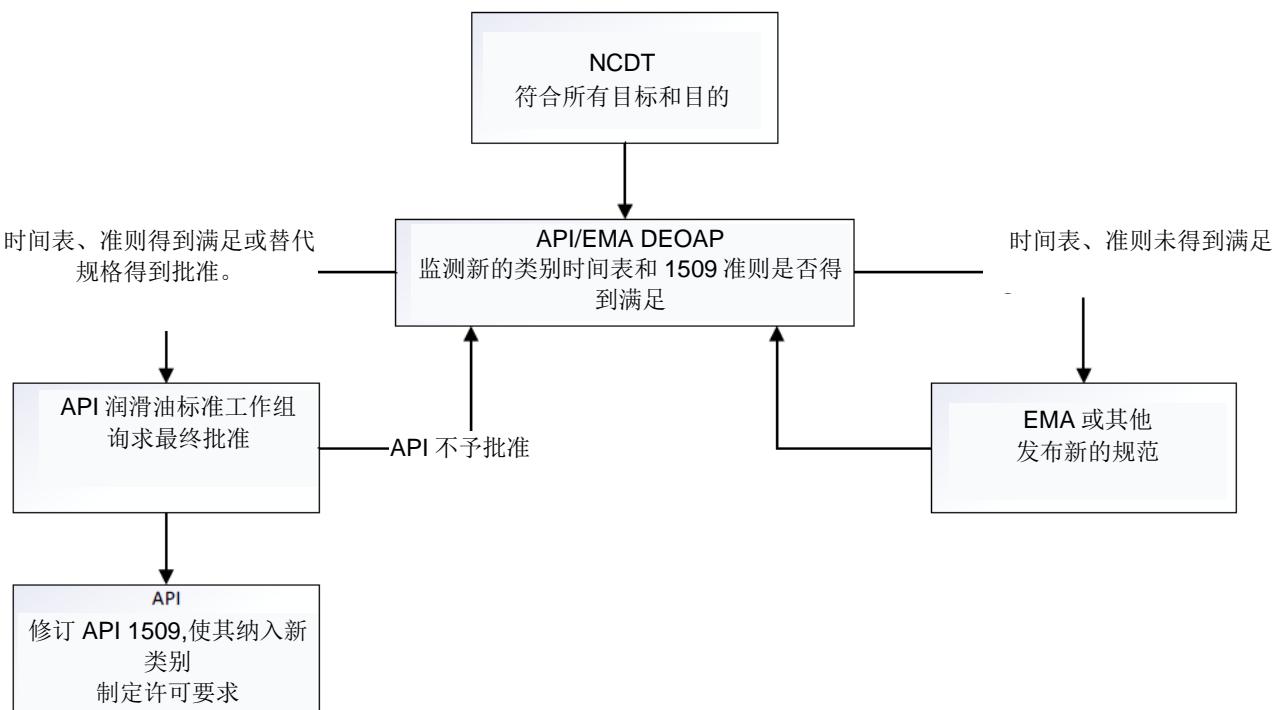


图 D-4—阶段 3：类别实施

D.4 现有 C 类的补充

个人、公司或协会可向 DEOAP 建议开发现有 C 类的补充，以满足紧急的现场性能需求。如果开发并获批，该补充将作为 API 服务符号“Donut”下部单独的可授权分类合并到 API 1509 中。该补充不会取代现有 C 类；但除了最初的类别批准之外，还将设定额外的性能要求。根据现有 C 类规范许可的润滑油许可保持不变。

由于对该补充的请求源于紧急的现场性能需求，此开发过程比传统 C 类开发过程速度更快。这一“快速通道”过程由 DEOAP 管理，旨在减少重复检验和润滑油认证时间。

D.4.1 补充评估

DEOAP 将正式评估对现有 C 类的补充的每项请求。强烈建议以协商一致的方式作出决策。但如果这无法实

现, API 和 EMA 代表将通过多数表决作出决策。如果赞成及反对票数相同, DEOAP 将继续努力达成共识, 但如果仍无法达成共识, 则将请求交由 API 润滑油标准工作组来决定。

为推进拟议的 C 类补充, DEOAP 应考虑下列几个方面:

- a. 试验必须经过开发且由 ASTM 批准或在 ASTM 批准上取得重大进展。
- b. 销售的润滑油符合拟议的补充。
- c. 多项技术表明符合拟议的补充。
- d. 此类别之前没有补充 (每个类别一个补充)。

DEOAP 将努力就下列问题达成共识:

- a. 拟议的变更是什么, 为何需要变更?
- b. 哪些现场性能问题支持补充需求?
- c. 提供的数据是否支持该项请求?
- d. 市场上何时需要该变更?
- e. 对发动机和后处理设备的潜在影响是什么?
- f. 对消费者的潜在影响是什么?
- g. 对环境的潜在影响是什么?
- h. 可否将针对补充请求的试验用于下个完整的新 C 类?
- i. 请求的性能试验是否可行, 或者在要求的时间范围内是否可行, 以便正确评估请求的性能需求?
- j. 确定利益是否高于预计成本?

注: 由于补充在很大程度上依赖于发动机制造商试验和/或性能规范, EMA 成员应负责确定和证明开发的经济性。

DEOAP 可随时寻求其他行业意见和数据, 以帮助其做出决定。任何行业组织【如 SAE、API 底特律咨询专家组 (DAP) 以及 EMA】都可能被要求提供额外信息。

DEOAP 必须确定:

- a. 支持补充的请求, 并将其转发给 API 润滑油标准工作组审议, 以继续进行开发。该建议应确定现有类别补充的必要性、确认其可行性、提供开发时间表、推荐补充的草案语言并核实开发资金。DEOAP 的 API 联合主席应向 API 润滑油标准工作组提供 DEOAP 建议以及适当的文件, 以供后者在下次会议上审议。
或
- b. 拒绝请求, 以书面形式向发起者解释拒绝的理由。发起者可选择重新提交含有附加信息的请求。DEOAP 的 API 联合主席应将拒绝报告给 API 润滑油标准工作组。
或
- c. 未达成共识。如果 DEOAP 无法就补充的请求达成共识, API 联合主席应向 API 润滑油标准工作组提供投票结果和行动原因摘要。

D.4.2 API 润滑油标准工作组

API 润滑油标准工作组必须通过正式投票来批准或拒绝针对补充的建议。如果拒绝，API 的 DEOAP 联合主席会向发起者提供书面说明，解释润滑油标准工作组不予批准的原因。发起者然后根据 API 润滑油标准工作组的行动向 DEOAP 发起包含修改内容的新请求。

如果 API 润滑油标准工作组批准 DEOAP 针对补充的建议，DEOAP 联合主席将继续进行开发。

D.4.3 补充开发

如果 API 润滑油标准工作组批准 C 类补充的开发请求，DEOAP 将会遵循图 D-5 中概述的“快速通道”过程。有关快速通道补充过程和正常 C 类过程的比较，请查看表 D-1，以寻求指导。

DEOAP 联合主席会解释润滑油标准工作组设定的任何条件，包括但不限于以下方面：

- a. 为该补充拟议的草案语言。
- b. 拟议的时间表。

根据下列原则，快速进行补充开发：

- a. 性能要求主要基于原始设备制造商（OEM）发起者开发的试验。
- b. 符合补充的润滑油必须保持对应 C 类的性能标准。
- c. 由 API 针对补充许可的润滑油必须同时获得对应 C 类的许可。
- d. ASTM HDEOCP、相应的监督专家组或试验开发工作组必须认定发动机试验适用于该补充，而且试验必须由 TMC 监控。
- e. 发动机试验必须在 ASTM 校准的试验台上进行，并满足 OEM 试验发起者设定的性能极限和延伸指南，或者试验发起者必须审查适用的发动机试验结果，且认为其可接受（参见关于 OEM 审查的 D.5）。

D.4.4 协会职能—类别补充

D.4.4.1 OEM 试验发起者

发起每项试验的 OEM 应满足下列要求：

- a. 证明试验和性能极限的必要性。
- b. 提供试验硬件。
- c. 提供试验程序。
- d. 提供区分和精度数据。
- e. 提供建议的初始 BOI 和 VGRA 指南。
- f. 提供建议的通过/失败限值。

D.4.4.2 API

API 应满足下列要求:

- a. 确保现有类别与拟议的新补充之间不会发生冲突。
- b. 对于该补充, 确保试验发起者提供充足的信息, 以便在确立补充性能标准的同时采用相应的 BOI 和 VGRA 指南。与 API BOI/VGRA 工作组协调这些活动。
- c. 拟定时间表, 以便在最早的可行日期发放补充许可。该时间表将指明首次允许许可的日期。补充请求通常根据对现场增强性能的迫切需求而获得批准。因此, 在接受采用性能试验并定义限值之后, 应尽早许可使用补充标志。
- d. 制定消费者用户草案语言。该语言的最终版本将由 API 润滑油标准工作组和 EMA 润滑油委员会予以批准。
- e. 确保在类别补充开发过程中出现的紧急营销或消费者问题引起负责组的注意, 以便解决。

D.4.4.3 EMA

EMA 应满足下列要求:

- a. 推荐发动机和台架试验组合来定义补充。
- b. 设定发动机和台架试验限值。
- c. 指导适当的参考油以及高低区分性润滑油的选择过程。
 1. 鉴于补充包含发动机制造商规范的新试验, 试验发起者必须确定能够展示性能差异的参考油。发起者还应提供信息, 证明通过新试验足以达到补充所依据的现有 C 类的性能标准。
 2. 新补充发起者或其指定人员将主要负责推荐润滑油选择。DEOAP 将提供反馈并正式批准选择, 且由 ASTM 来审查选择。

注: 每次试验都应使用“区分性”润滑油。最低性能区分润滑油必须达到被取代的油品性能水平, 并且高性能区分润滑油符合新补充的预期性能水平。

- d. 推荐和/或提供相关的发动机试验和硬件(无论是否有试验程序)。

注: 必须提供试验程序, 以便快速开发新补充。

D.4.4.4 ACC

ACC 应满足下列要求:

- a. 根据 ACC 实施规程模板的标准评估新试验, 目的是优化经济有效的发动机试验质量。试验精度和区分为待评估的质量示例。为 DEOAP 提供评估分析。
- b. 考虑将符合模板要求的新发动机试验合并到 ACC 实施规程中, 并附上试验计划和登记程序。

D.4.4.5 ASTM 和 SAE

ASTM 和 SAE 应满足下列要求:

- a. 确保为新补充选择的发动机和/或台架试验满足 API 润滑油标准工作组批准的消费者草案语言要求。日期必须和 API 润滑油标准工作组批准的日期相符（参见 D.4.2）。试验应与现场经验相关联。
- b. 在选择适当的区分性参考油为拟议的新补充执行各项试验时，按照要求为新补充发起者提供意见（参见 D.4.4.3）。
 - 1. ASTM 会与其他相关的技术协会（如 SAE）协调配合，制定并批准不属于 ASTM 系统却作为标准和规范公布的书面试验程序和限值。
 - 2. ASTM 有责任成立运转正常的开发工作组或监督专家组来协调活动和分析试验数据。对于没有指定监督专家组的台架试验，ASTM 必须提供参考和/或校准方法。
- c. 在适当时更新 SAE 的“J”文档。

D.4.5 补充完成

D.4.5.1 类别补充

如果 DEOAP 同意所有最初目标都已实现，DEOAP 将立即召集工作组以确保：（1）涉及的试验满足原始发起者表达的需求，（2）拟议的消费者语言中包含的性能目标通过拟议的补充试验证实，（3）时间表可以接受，（4）选择用于定义新补充的试验方法体现了确立新性能水平最经济的方式。所有意见都将经过评估，包括 APIBOI 和 VGRA 指南。考虑到用于开发补充的“快速通道”过程，DEOAP 将尽可能履行上述职能。

D.4.5.2 API 润滑油标准工作组批准

然后 DEOAP 联合主席将向 API 润滑油标准工作组提交关于新 C 类补充的完整方案，并提出正式批准建议。API 润滑油标准工作组必须通过信件投票批准完整方案，包括最终消费者语言。如果 API 润滑油标准工作组不批准 C 类补充方案，则必须将其发回 DEOAP，指出批准所需的变更或彻底拒绝的原因。

D.4.6 类别补充实施

DEOAP 成员均一致认为 API 润滑油标准工作组在评估阶段批准的所有新类别参数均已得到满足，之后将实施最终批准程序。但如果由于某种原因而未获得全面、完整的批准，DEOAP 将进行必要的协商以解决分歧。

解决所有分歧之后，最终规范中应包含 API 类别补充标志、性能参数说明、通过/失败限值、BOI 和 VGRA 指南、ACC 实施规程要求和消费者语言。许可的时间表也将由 API 指定。

如果在此阶段 DEOAP 对 API 润滑油标准工作组批准的方案做出任何变更，则 DEOAP API 联合主席必须将这些变更提交给 API 润滑油标准工作组进行最终批准。

获得最终批准后，API 工作人员将负责发布 API 1509 的修订版，并为润滑油营销商和其他受影响方提供关于新许可标准的建议。

D.5 补充性能要求和文件

新补充的性能试验和限值预计将列在适用的行业文件中，如 ASTM D4485。但由于补充是通过快速过程开发，以满足紧急技术需求并加快首次许可的速度，所以将有效补充的性能要求和限值尽快纳入 API 1509 非常重要。

D.5.1 有效补充要求

批准的补充性能要求和试验限值已列在 API 1509 的附录 J 中。CI-4 PLUS 是唯一有效的 C 类补充，自 2004 年 9 月 1 日起可以颁发 API 许可。

D.5.2 补充性能认证

要根据补充要求获得润滑油许可的营销商必须在 API 《EOLCS 在线申请表》中证明产品符合补充要求及相关的 C 类要求。对于 C 类，这意味着遵循通过 API 许可润滑油的传统过程（即营销商证明产品已按要求检验并符合 API 1509、ACC 实施规程、SAE J300 和 ASTM D4485 中定义类别的所有适用要求）。

对于该补充，营销商必须满足 DEOAP 和 API 润滑油标准工作组批准的具体性能要求。但“快速通道”过程还允许营销商运用技术判断来代替候选发动机试验结果。如果运用技术判断，则必须与 OEM 试验发起者合作，采用下面两种方法中的一种进行记录：

- a. 正式的 OEM 批准（例如，润滑油已列在 OEM 批准清单上或已对润滑油发出 OEM 批准函）。
- b. OEM 审查确认。如果使用这种方法，营销商必须在《EOLCS 在线申请表》中指出 OEM 已审查相关数据并同意产品符合补充的要求。营销商必须提交由 OEM 和营销商签署的 F 部分，确认已进行审查。

注：OEM 批准或审查流程必须包含关于特定发动机试验类型结果的详细摘要和讨论。这些数据来自相似和相关的润滑油配方或单一技术矩阵（STM），用于支持润滑油营销商的立场，也即获得许可的润滑油可满足性能要求。

如果 API 认为需要额外的数据来确定特定润滑油配方的性能，API 可要求营销商随时提供其他技术数据、发动机试验结果或文件。营销商有责任确保并保证所有根据简化流程获得许可和营销的产品满足并符合所有规定的性能标准。如果营销商有理由相信特定产品或配方不符合所有性能标准，则必须立即通知 API。

表 D-1—快速通道补充过程与正常 C 类开发过程比较

过程/子过程	类别	补充
规范		
确定必要性	NCET	DEOAP
试验	EMA	各个 OEM
时间表管理	NCDT/ASTM	DEOAP
试验开发		
硬件选择	OEM	OEM
初始程序	OEM	OEM
最终程序	ASTM	OEM
精度数据	ASTM	OEM
区分数数据	OEM	OEM
研究报告	ASTM	ASTM
模板评估	ACC	ACC
监控	ASTM	ASTM
参考油	OEM	OEM
试验协议	ACC	ASTM 已批准
产品批准		
要求的试验	ASTM	DEOAP
限值	EMA/API	OEM
BOI/VGRA	API	OEM/API
最新预授权 C 类		API
接受试验开发数据		API
配方修改	ACC	ACC
许可	API	API
售后审计	API	API

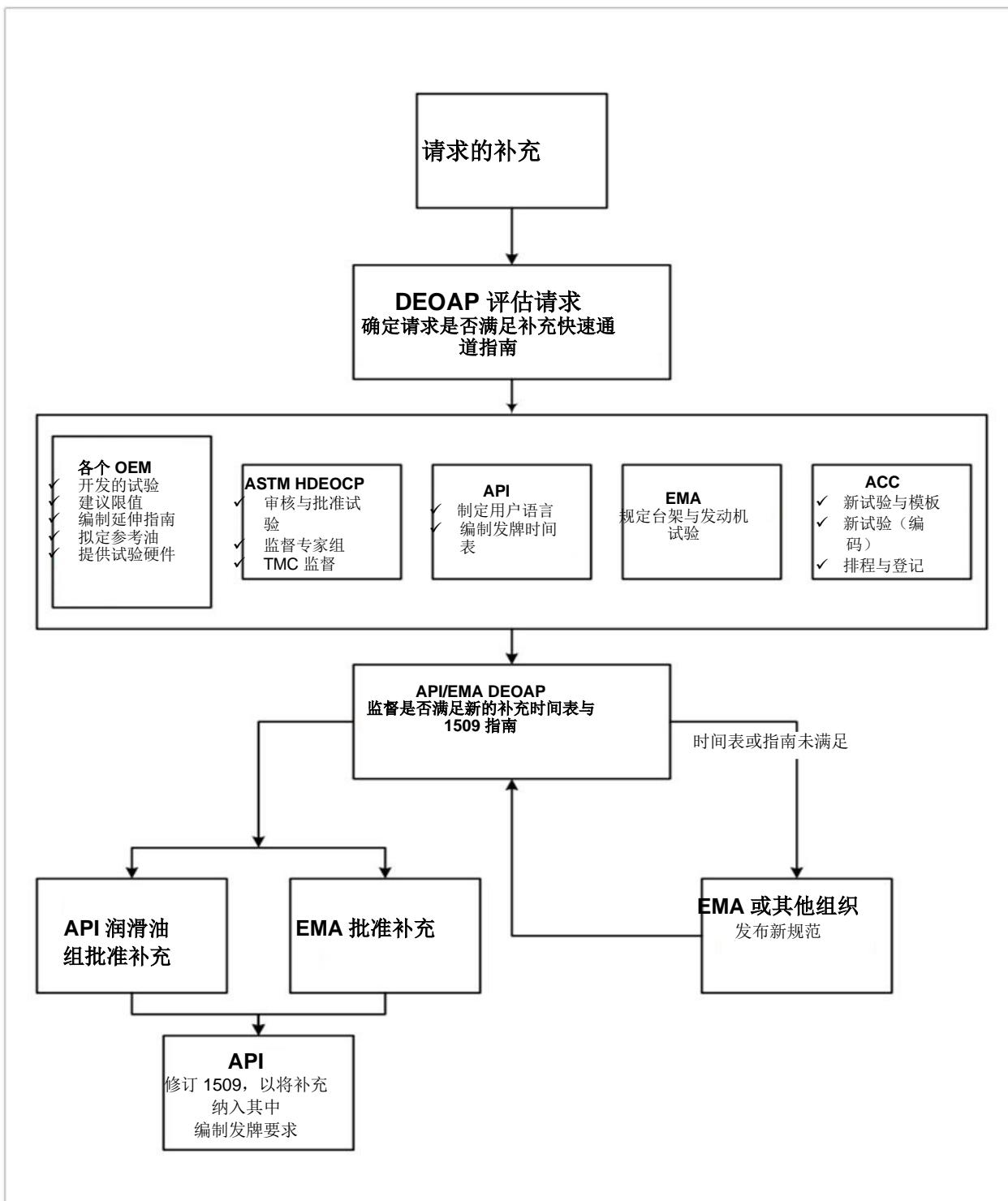


图 D-5—重型类别补充请求/批准过程—快速通道方法

附录 E

API 乘用车发动机机油和柴油发动机机油基础油可互换性指南

E.1 综述

E.1.1 简介

并非所有基础油都具有类似的物理或化学特性，或在发动机试验中提供同等的发动机机油性能。在发动机机油制造过程中，营销商和调和人员对基础油使用的灵活性有合理需求。制定《API 基础油互换性指南（BOI）》是为了确保发动机机油品的性能在发动机机油品调配商互换使用不同基础油时不会受到不利影响。

《API 基础油互换性指南》规定了必须进行的、最低限度的审慎物理和发动机试验，以确保发动机机油性能不会因为用一种基础油替代另一种基础油而受到不利影响。该指南以实际发动机试验数据为基础。在试验时，使用了不同基础油，对汽油和柴油发动机机油性能均进行了测试。《乘用车机油（PCMO）指南》以使用 API 服务类别 SG 性能等级添加剂技术为基础，并针对 SJ、SL、SM、SN 和 SP 质量等级进行了更新。《柴油发动机机油指南》以使用 API 服务类别 CD 和 CD-II 性能级别的添加剂技术为基础，并针对 CE、CF、CF-2、CF-4、CG-4、CH-4、CI-4、CJ-4、CK-4 和 FA-4 质量级别进行了更新。在这些相对较高的添加剂配方水平上，许多基础油的差异被添加剂性能组合“湮没”了。因此，这些指南不应用于预测低于 API 服务类别 SH 和 CD 添加剂性能水平的等效互换。

这些指南规定了每个营销商必须进行的、互换基础油的最低可接受水平测试，以此作为获得许可证的条件。

可以理解的是，在比较基础油料特性时，要考虑到表 E-1 中所列方法的精度。

使用这些指南并不免除营销商对在售后市场销售的、许可产品实际性能的责任。被许可人仍然必须确保所有发动机和台架的测试结果。

这些指南可能会根据新的数据、新的或修订的测试方法和/或新的性能规格进行修改。必须始终使用现行指南。

E.1.2 定义

E.1.2.1 基础油料是指由单一基础油料生产商按照相同规格生产的润滑油成分（与原料来源或生产商所在地无关）；符合相同的基础油料生产商规格；并根据特有配方、产品标识号或两者共同予以识别。基础油料应基本上不含通过制造、污染或曾经的使用而引入的材料。

E.1.2.2 基础油料是指具有不同粘度的基础油料产品系列，但属于同一基础油料组，来自同一基础油料制造商。

E.1.2.3 基础油料是指用于成品润滑油的基础油料或多种基础油料的混合物。

E.1.3 基础油料类别

所有基础油料被分为五类：

- a. I 类基础油含有低于 90% 的饱和度和/或高于 0.03% 的硫磺，使用表 E-1 中规定的测试方法，其粘度指数大于或等于 80，小于 120。
- b. II 类基础油料含有大于或等于 90% 的饱和度和小于或等于 0.03% 的硫，使用表 E-1 规定的测试方法，测定其粘度指数大于或等于 80，小于 120。
- c. III 类基础油料含有大于或等于 90% 的饱和度和小于或等于 0.03% 的硫，使用表 E-1 规定的测试方法测定，其粘度指数大于或等于 120。
- d. IV 类基础油是聚 α 烯烃 (PAO)。只要互换的 PAO 在物理和化学特性上符合原 PAO 制造商的规格，就可以在不需要进行额外鉴定测试的情况下进行互换。被替代的油料需要满足以下特性：
 - 1) 100°C、40°C 和 -40°C 时的运动粘度
 - 2) 粘度指数
 - 3) NOACK 挥发性
 - 4) 倾点
 - 5) 不饱和度
- e. V 类基础油料包括未包含在 I、II、III 或 IV 类基础油料中的其他基础油料。

表 E-1—基础油料分析方法

属性	试验方法
饱和度 ^{a,b,c} (使用列出的方法之一)	ASTM D2007 ASTM D7419
粘度指数	ASTM D2270
含硫量 (使用列出的方法之一)	ASTM D1552 ASTM D2622 ASTM D3120 ASTM D4294 ASTM D4927

^a 应使用所列各项标准的最新版本。

^b 饱和度低于 75.0% 时，必须使用 ASTM D2007。

^c 饱和度 ≥ 75.0% 时，必须使用 ASTM D7419 中概述的关联方程将 ASTM D7419 数据转换为 ASTM D2007 的等效值，以便使用延伸值。

E.1.4 关键缩写

- DI：分散抗氧剂
- VI：粘度指数
- VM：粘度改性剂虽然粘度改性剂经常被称为粘度改进剂（并因此缩写为“VI”），但本附录将严格采用

“VM”，以避免与“粘度指数”混淆。

E.2 乘用车机油互换

E.2.1 指南

E.2.1.1 根据提交给 API 的已有发动机试验数据，要在原 API 许可的 PCMO 中互换基础油料，则需要通过 E.2 中规定的发动机试验。

E.2.1.2 在任何情况下，如果多于一类基础油料同时互换，则适用最严格的测试要求。

E.2.1.3 当符合 I 类、II 类、III 类或 IV 类定义的单一互换基础油料在混合的 PCMO 配方中质量百分比小于或等于 10 时，则不需要进行发动机试验。在某些情况下，可以用更高比例的 III 类或 IV 类来代替，而不需要按照本附录或 ACC 实施规程（附件 I，指南 5）中的规定进行进一步的发动机试验。对于 V 类，应遵循 ACC 实施规程。

E.2.1.4 与互换基础油料混合的 PCMO 应满足相应的 API 服务类别和/或 ILSAC 规范的所有物理和化学规格以及台架试验要求。

E.2.1.5 本指南规定批准的基础油料可以混合使用，无需进一步测试，符合附录 F 的规定。

E.2.1.6 表 E-1 中列出了基础油料和基础油混合特性的可接受的试验方法。可以理解的是，在比较特性时，要考虑到方法的精确度。在以下表格中，BOV 指的是根据 ASTM D445 测得的基础油混合粘度。

E.2.1.7 对于 API 根据 ILSAC GF-5 标准许可的发动机机油，被许可人应确保支持最终配方的 ROBO 或 IIGA 数据是在含有许可配方中使用的倾点降低剂和基础油料的配方中产生的。

E.2.2 要求

E.2.2.1 API 认识到多重试验评估程序的重要性。支持基础油互换性的发动机测试应符合附录 P 脚注中提到的信息。本指南应与 ACC 实施规程一起使用。

E.2.2.2 对于原乘用车机油（PCMO），需提供完整性能文件。除 ACC 实施规程规定的以外，在检验互换基础油时，分散抗氧剂（DI）和/或粘度改性剂（VM）保持不变。根据这些指南获得的基础油互换适用于单一乘用车机油配方。如果发生 ACC 实施规程之外的 DI 和/或 VM 变化，则应重新应用这些指南。

E.2.2.3 对于《指南》中所列的乘用车试验，本《指南》可能允许减免一些测试。在确定特定油品配方的试验项目要求之前，请检查每个具体试验的指南。

表 E-2—API S 类基础油互换试验

试验名称	ASTM	附录 E 参考	SJ	SL	SM	SN	SP	资源节约	SN PLUS	GF-5	GF-6A	GF-6B
序列 IIIE	D5533	E.2.2.4.1	X									
序列 IIIF	D6984	E.2.2.4.1	X	X								
序列 IIIG/IIIGA/IIIGB	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X		X		X		
序列 IIIH/IIIIA/IIIB	D8111	E.2.2.4.2			X	X	X	X		X	X	X
序列 IVA	D6891	E.2.2.4.3	X	X	X	X				X		
序列 IVB	D8350	E.2.2.4.4					X	X			X	X
序列 VE	D5302	E.2.2.4.5	X	X								
序列 VG	D6593	E.2.2.4.5	X	X	X	X				X		
序列 VH	D8256	E.2.2.4.6	X	X	X	X	X			X	X	X
序列 VID	D7589	E.2.2.4.7						X		X		
序列 VIE	D8114	E.2.2.4.8	X	X	X	X	X	X		X	X	
序列 VIF	D8226	E.2.2.4.9				X	X	X				X
CRC L-38	D5119	E.2.2.4.10	X									
序列 VIII	D6709	E.2.2.4.10	X	X	X	X	X			X	X	
序列 IX	D8291	E.2.2.4.11					X			X		X
序列 X	D8279	E.2.2.4.12					X				X	X
球体锈蚀试验	D6557	E.4.2.5	X	X	X	X	X			X	X	X
EOFT	D6795	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
可过滤性—— EOWTT	D6794	E.4.2.4	X	X	X	X	X			X	X	X
同质性和混杂性	D6922	E.4.2.3	X	X	X	X	X			X	X	X
TEOST 33/33C	D6335	E.4.2.1	X			X	X	X		X	X	
TEOST MHT	D7097	E.4.2.2		X	X	X				X		
老化油低温粘度 ROBO	D7528	E.2.1.7				X	X			X	X	X
弹性体相容性标准参 考弹性体	D7216	E.4.2.11				X	X	X		X	X	X

注：X=确定 BOI 的试验方法。测试要求可在 API 1509 附录 G、附录 O 和/或 ASTM D4485 中找到。

E.2.2.4 在 E.2.2.4.1 至 E.2.2.4.12 中给出了互换基础油料所需的乘用车发动机试验。BOI 指南根据 API 基础油料类别以及原试验油和候选油配方中使用的基础油料量而有所不同。除非另有说明，否则所有的百分比均指总配方的质量百分比。

为支持 API 服务类别和 ILSAC 规范所引用的、对每个序列试验的 BOI 和 VGRA 指南制定，测试利用了具有一系列物理特性的基础油料、基础油和成品油。这些物理特性对润滑油性能影响的重要性对于每项试验或试验类

型来说都可能有所不同。基础油料、基础油和/或成品油的数据包括在以下表 E-3 中。这些数值仅供参考，不代表对这些指南的解释有任何限制。

表 E-3—为开展引用的序列试验，引用基础油料、基础油、成品油数据来支持 BOI/VGRA 指南制定

序列	基础油料类别	BOV100 范围, mm ² /S	基础油 VI 范围	基础油饱和度范围 (D7419), wt%	基础油饱和度范围 (D2007), wt%	基础油含硫量范围, ppm	粘度等级范围
IIIH	I、II、III ^a	4.5 至 10.7	96 至 139	96.0 至 99.8 以上	93.1 至 98.2	小于 5, 至 371	0W-16 至 20W-50
IVB	II、III	4.2 至 11.2	108 至 140	96.7 至 99.8 以上	93.4 至 99.0	<5	0W-16 至 20W-50
VH	I、II、III、IV	4.2 至 11.1	95 至 130	I类 86.8 至 87.5 II类 95.0 至 99.8 以上 III类 >99.8	I类 82.8 至 83.5 II类 92.7 至 99.0 ^b III类 97.7 至 98.4	第一组 1301 至 1365 II类、III类 <5	0W-16 至 20W-50
VIE	II、III	4.2 至 5.9	111 至 135	96.9 至 99.8 以上	93.6 至 99.9	<5	0W-20 至 10W-30
VIF	III	4.2 至 4.4	122 至 130	>99.8	98.3 至 99.7	<5	0W-16, 0W-20
IX	II、III、IV	4.2 至 6.2	109 至 136	96.7 至 99.8 以上	93.4 至 99.9	<5	0W-16 至 10W-30
X	II、III、IV	4.2 至 6.2	109 至 140	96.7 至 99.8 以上	93.4 至 98.4	<5	0W-16 至 10W-40, 5W

^a I类和 III类以 36% 的 I类/64% 的 III类的比例混合。

^b 没有提供所有 II类基础油料的数据，以便计算所有基础油饱和度。

E.2.2.4.1 对于互换基础油料所需的序列 IIIE、IIIF、IIIFHD、IIIG 和 IIIGA 试验，具体要求见表 E-4。

E.2.2.4.1.1 单一技术矩阵 (STM) 是序列 IIIF、IIIFHD、IIIG 和 IIIGA 的另一种 BOI 方法（见附录 O）。

此外，一旦一项单一技术【单一技术是指在恒定处理率下的单一添加剂包 (DI)】被证明通过了五个序列 IIIGB 和/或序列 IIIHB 试验（序列 IIIHB 相当于序列 IIIGB）的组合，那么该单一技术就不需要再进行序列 IIIGB 或序列 IIIHB 试验。

表 E-4—互换基础油料需要进行的序列 IIIE、IIIF、IIIFHD、IIIG、IIIGA 和 IIIGB 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	≤ 30% 不需要 -----	≤ 30% 不需要 -----	需要

			> 30% 需要	> 30% 需要	
II类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	需要
III类	需要	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	需要
IV类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.2.2.4.2 对于互换基础油料所需的序列 IIIH 和 IIIHB 试验，具体要求见表 E-5。

此外，一旦一项单一技术【单一技术是指恒定处理量下的单一添加剂包（DI）】证明通过了五次序列 IIIHB 试验，那么该单一技术就不需要再进行序列 IIIHB 试验。

表 E-5—互换基础油料需要进行的序列 IIIH 和 IIIHB 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	需要	需要
II类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.2.2.4.3 对于互换基础油料所需的序列 IVA 试验，具体要求见表 E-6。

表 E-6—互换基础油料需要进行的序列 IVA 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要，如果 BOV 在 BOV 在	不需要，如果 ----	≤ 30% 不需要	≤ 30% 不需要 ----	需要

	100°C 下≥原试验油	100°C 下≥原试验油	> 30% 不需要, 如果 100°C 时 BOV ≥ 原试验油	> 30% 和 ≤ 50% 不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油 ---- > 50% 需要	
II类	不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 100°C 下 ≥ 原试验油	不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 不需要, 如果 100°C 时 BOV ≥ 原试验油	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 和 ≤ 50% 不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油 ---- > 50% 需要	需要
III类	不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油, 则不需要	如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油, 则不需要	如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油, 则不需要	≤ 30% 不需要, 如果 BOV 在 100°C 下 ≥ 原试验油 ---- > 30% 需要	需要
IV类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

注: BOV 指按照 ASTM D445 测得的基础油混合粘度。

E.2.2.4.4 对于互换基础油料所需的序列 IVB 试验，具体要求见表 E-7。

表 E-7—互换基础油料需要进行的序列 IVB 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	如果在 100°C 时基础油粘度 \geq 原试验油，则不需要	如果在 100°C 时基础油粘度 \geq 原试验油，则不需要	需要	需要
III类	需要	如果在 100°C 时基础油粘度 \geq 原试验油，则不需要	如果在 100°C 时基础油粘度 \geq 原试验油，则不需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

注：本表中的指南是根据粘度等级从 SAE 0W-16 到 SAE 20W-50 的油品产生的数据制定的。这些并不限制营销商对指南的应用。营销商负责确保每个经许可的发动机机油满足所有发动机和台架试验的性能要求。

E.2.2.4.5 对于互换基础油料所需的序列 VE/VG 试验，具体要求见表 E-8。

表 E-8—互换基础油料需要进行的序列 VE/VG 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	如果含硫量 \leq 原试验油，且饱和度 \geq 原试验油，则不需要	不需要	不需要	$\leq 50\%$ 不需要 ---- $> 50\%$ 需要	需要
II类	需要	不需要，如果饱和度 \geq 原试验油	不需要	$\leq 50\%$ 不需要 ---- $> 50\%$ 需要	需要
III类	需要	需要	不需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.2.2.4.6 对于互换基础油料所需的序列 VH 试验，具体要求见表 E-9。

表 E-9—互换基础油料需要进行的序列 VH 试验

原试验油中的 基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	如果基础油在 100°C 时的粘度 \geq 原试验油，并且原试验油和候选基础油饱和度按 ASTM D2007 标准均 $\geq 83\%$ ，且含硫量 $\leq 0.13\%$ ，则不需要。 ---- 如果基础油在 100°C 时的粘度 \geq 原试验油，当原基础油饱和度按 ASTM D2007 标准 $< 83\%$ 或含硫量 $> 0.13\%$ ，且候选油的饱和度 \geq 原始值，且候选油含硫量 \leq 原试验油时，则不需要。	不需要，如果基础油粘度 100°C 下 \geq 原试验油	不需要，如果基础油黏度 100°C 下 \geq 原试验油	需要	需要
II类	如果基础油在 100°C 时的粘度 \geq 原试验油，并且候选基础油饱和度按 ASTM D2007 标准 $\geq 83\%$ ，且含硫量 $\leq 0.13\%$ ，则不需要。	不需要，如果基础油粘度 100°C 下 \geq 原试验油	不需要，如果基础油黏度 100°C 下 \geq 原试验油	需要	需要
III类	如果基础油在 100°C 时的粘度 \geq 原试验油，并且候选基础油饱和度按 ASTM D2007 标准 $\geq 83\%$ ，且含硫量 $\leq 0.13\%$ ，则不需要。	不需要，如果基础油粘度 100°C 下 \geq 原试验油	不需要，如果基础油黏度 100°C 下 \geq 原试验油	需要	需要
IV类	需要	<50% 不需要，如果基础油粘度 100°C 下 \geq 原试验油 ---- $\geq 50\%$ 需要	<50% 不需要，如果基础油黏度 100°C 下 \geq 原试验油 ---- $\geq 50\%$ 需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.2.2.4.7 对于互换基础油料所需的序列 VID 试验，具体要求见表 E-10。

表 E-10—互换基础油料需要进行的序列 VID 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要, 如果 HTHS 在 100°C 下 (D6616) ≤ 原试验油。如果 HTHS 在 100°C 下 > 原试验油, 见表 E-9 方程式。		需要	需要
III类	需要			需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要 (E.1.3.d)	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

表 E-10 的方程式

如果候选油在 100°C 下的 HTHS > 原合格油在 100°C 下的 HTHS, 且如果以下两个方程式都成立, 则不需要测试:

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI_{\text{总和限值}} - FEI_{\text{原总和}}) / -0.485\} + (H_{\text{原}} * R)$$

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI2_{\text{限值}} - FEI2_{\text{原}}) / -0.227\} + (H_{\text{原}} * R)$$

式中:

$H_{\text{候选}}$ 是按 ASTM D6616 标准测量的 100°C 时候选油的 HTHS

$H_{\text{原}}$ 是按 ASTM D6616 标准测量的 100°C 时原试验油的 HTHS

$FEI_{\text{总和限值}}$ 是指原试验粘度等级的 FEI 总和合格限值

$FEI_{\text{原总和}}$ 是原试验油的 $FEI_{\text{总和}}$ ($FEI1_{\text{原}} + FEI2_{\text{原}}$) 结果

-0.485 是根据序列 VID 工业矩阵模型得到的 $FEI_{\text{总和}}$ 系数

$FEI2_{\text{限值}}$ 是指原试验粘度等级的 $FEI2$ 合格限值

$FEI2_{\text{原}}$ 是原试验油的 $FEI2$ 结果

-0.227 是根据序列 VID 工业矩阵模型得到的 $FEI2$ 系数

R 是最新版 ASTM D6616 中报告的重现率

注:

ASTM D6616-07 中的 $R=0.035$ (3.5%)

用于开发序列 VID 工业矩阵模型的 HTHS 在 100°C 下时范围是 5.44 至 7.68 cP。

E.2.2.4.8 对于互换基础油料所需的序列 VIE 试验, 具体要求见表 E-11。

表 E-11—互换基础油料需要进行的序列 VIE 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要, 如果 HTHS 在 150°C 下≤原试验油。如果 HTHS 在 150°C 下>原试验油, 则见下列方程式	不需要, 如果 HTHS 在 150°C 下≤原试验油。如果 HTHS 在 150°C 下>原试验油, 则见下列方程式	需要	需要
III类	需要	不需要, 如果 HTHS 在 150°C 下≤原试验油。如果 HTHS 在 150°C 下>原试验油, 则见下列方程式	不需要, 如果 HTHS 在 150°C 下≤原试验油。如果 HTHS 在 150°C 下>原试验油, 则见下列方程式	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

表 E-11 的方程式

如果候选油在 150°C 时 HTHS>原合格油在 150°C 下的 HTHS, 且如果以下两个方程式都成立, 则不需要测试:

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI_{\text{总和限值}} - FEI_{\text{原总和}}) / -0.733\} + R$$

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI2_{\text{限值}} - FEI2_{\text{原}}) / -0.246\} + R$$

式中:

$H_{\text{候选}}$ 是按 ASTM D4683 标准测量的 150°C 时候选油的 HTHS

$H_{\text{原}}$ 是按 ASTM D4683 标准测量的 150°C 时原试验油的 HTHS

$FEI_{\text{总和限值}}$ 是指原试验黏度等级的 FEI 总和合格限值

$FEI_{\text{原总和}}$ 是原试验油的 $FEI_{\text{总和}}$ ($FEI1_{\text{原}} + FEI2_{\text{原}}$) 结果

$FEI2_{\text{限值}}$ 是指原试验粘度等级的 $FEI2$ 合格限值

$FEI2_{\text{原}}$ 是原试验油的 $FEI2$ 结果

R 是最新版 ASTM D4683 中报告的重现率;

当前 ASTMD4683-17 中, $R=0.03207 \times H_{\text{原}} + 0.0389$

-0.733 和-0.246 是根据序列 VIE 工业矩阵模型得到的系数

E.2.2.4.9 对于互换基础油料所需的序列 VIF 试验, 具体要求见表 E-12。

表 E-12—互换基础油料需要进行的序列 VIF 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	需要	需要	不需要	需要
III类	需要	需要	不需要, 如果候选油的基础油 VI ≥ 原试验油	不需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.2.2.4.10 对于互换基础油料所需的 CRC L-38/序列 VIII 试验, 具体要求见表 E-13。

注: 这些 BOI 指南仅适用于轴承重量损失。

表 E-13—互换基础油料需要进行的序列 CRC L-38/序列 VIII 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	不需要	不需要	需要
II类	不需要	不需要	不需要	不需要	需要
III类	不需要	不需要	不需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	需要
IV类	需要	需要	≤ 30% 不需要 ---- > 30% 需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

分类和 ILSAC 规范。CRC L-38/序列 VIII 或 ASTM D6278 (通过 30 次) 可用于支持表 E-14 中列出的极限值定级要求。

表 E-14—CRC L-38/序列 VIII 试验定级要求

粘度等级	L-38/序列 VIII 在 100°C 下 10 小时的剥离运动粘度 (mm²/s)，最小	ASTM D6278 (通过 30 次) 100°C 时的运动粘度 (mm²/s)，最小
XW-16	6.1	5.8
XW-20	6.9	6.5
XW-30	9.3	8.5
XW-40	12.5	11.5
XW-50	16.3	15.0
XW-60	21.9	19.8

E.2.2.4.11 对于互换基础油料所需的序列 IX 试验，具体要求见表 E-15。

表 E-15—互换基础油料需要进行的序列 IX 试验

原试验油中的基 础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
III类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
IV类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

注：本表中的指南是根据粘度等级从 SAE 0W-16 到 SAE 10W-30 的油品产生的数据制定的。这些粘度等级并不限制营销商对指南的应用。
营销商负责确保各经许可的发动机机油满足所有发动机和台架试验的性能要求。

E.2.2.4.12 对于互换基础油料所需的序列 X 试验，具体要求见表 E-16。

表 E-16—互换基础油料需要进行的序列 X 试验

原试验油中的基 础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
III类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
IV类	需要	不需要	不需要	不需要	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

注：本表中的指南是根据粘度等级从 SAE 0W-16 到 SAE 10W-40 的油品产生的数据制定的。这些粘度等级并不限制营销商对指南的应用。
营销商负责确保各经许可的发动机机油满足所有发动机和台架试验的性能要求。

E.2.3 示例

E.2.3.1 综述

《API 基础油互换性指南》必须与《API SAE 粘度等级发动机试验指南》一起使用（见附录 F）。当原来批准的等级所含的互换基础油料质量百分比小于或等于 10%时，如果配方中的互换基础油料质量百分比大于 10%，则必须对较高的等级进行测试。

E.2.3.2 示例 1

在本示例中，营销商想使用另一个制造商生产的新 I 类 200N 基础油取代自己的 SAE 5W-30 和 10W-30 级 I 类 200N 基础油。SAE 5W-30 级是经完全批准的 API SJ 产品，由不多于 10% 的 200N 和不低于 90% 的 100N 的 I 类基础油混合制成。SAE 10W-30 级是经批准的 API SJ 产品，以粘度等级延伸，由 65% 的 200N 和 35% 的 100N 的第一组基础油混合制成。这两个等级都使用相同的基础油料体系。

营销商需要采取以下步骤：

- a. 查看《API SAE 粘度等级发动机试验指南》。当基础油料体系同时用在 SAE 5W-30 和 SAE 10W-30 级时，SAE 5W-30 级可以延伸至 SAE 10W-30。
- b. 查看《API 基础油可互换性指南》。由于 SAE 5W-30 产品基础油中含有低于或等于 10% 的 200N 基础油料，而互换基础油料来自相同类别，因此互换时不需进行发动机试验。然而，需要对 SAE 10W-30 产品（粘度等级越高，200N 水平越高）进行测试。根据《API 基础油可互换性指南》，营销商必须获得合格的序列 IIIE，方能进行 I 类 200N 基础油料相互互换。如果不符表 E-5 的要求，营销商可能还需要获得合格的序列 VE。

E.2.3.3 示例 2

在本示例中，营销商想用其他来源的 I 类 100N 和 200N 基础油料取代其获得批准的 SAE 5W-30 和 10W-30 级 100N 和 200N 基础油料。SAE 5W-30 级是经完全批准的 API SJ 产品，由不多于 10% 的 200N 和不低于 90% 的 100N 的 I 类基础油混合制成。SAE 10W-30 级是经批准的 API SJ 产品，以粘度等级延伸，由 65% 的 200N 和 35% 的 100N 的 I 类基础油混合制成。这两个等级都使用相同的基础油料体系。

营销商需要采取以下步骤：

- a. 查看《API SAE 粘度等级发动机试验指南》。与上一个示例相同，当相同的基础油料体系同时用在 SAE 5W-30 和 SAE 10W-30 级时，SAE 5W-30 级可以延伸至 SAE 10W-30。
- b. 查看《API 基础油可互换性指南》。如果营销商独立看待这些级别，则由于 100N 基础油水平，SAE 5W-30 产品会需要测试，且由于 200N 水平，10W-30 产品也需要测试。然而，当相同的原料油体系同时用于 SAE 5W-30 和 SAE 10W-30 时，《API SAE 粘度等级发动机试验指南》允许经过测试的 SAE 5W-30 级延伸至 SAE 10W-30 级，因此仅 SAE 5W-30 级需要进行测试。如示例 1 所示，营销商必须使用序列 IIIE，并可能必须在新的基础油料中使用序列 VE。

E.2.3.4 示例 3

在该示例中，某营销商想在 SAE 30 级中对 I 类光亮油源（品牌）进行互换。该互换涉及经完全批准的 API SJ SAE 5W-30 级机油。该机油由 90% 的 100N 和 10% 的 200N 的 I 类基础油混合物制成。SAE 30 级是经完全批准的粘度延伸 API SJ 产品，由 90% 的 200N 和 10% 的光亮油混合得到的 I 类基础油混合物制成。这两个等级都使用相同的基础油料体系。

营销商需要采取以下步骤：

- a. 查看《API SAE 粘度等级发动机试验指南》。如果 SAE 5W-30 API SJ 产品和 SAE 30 级使用相同基础油料体系，则该 SAE 5W-30 API SJ 产品可以延伸至 SAE 30 级。
- b. 查看《API 基础油可互换性指南》。占配方 10% 或更少的基础油料体系源可以在不进行进一步测试的情况下与其他基础油料源互换。

E.2.3.5 示例 4

在该示例中，某营销商想在 SAE 30 级中对 I 类光亮油源（品牌）进行互换。SAE 30 级是经完全批准的 API SJ 产品，其粘度是从 SAE 5W-30 级延伸而来。在配方成品中，SAE 30 含有 15% 光亮油。这两个等级都使用相同的基础油料体系。

营销商需要查看《API 基础油可互换性指南》。因为基础油料表现出多于 10%，序列 IIIE 和可能存在的序列 VE 必须含新光亮油的 SAE 30 级中使用。

E.2.3.6 示例 5

在该示例中，某营销商想在经完全批准的 SAE 10W-30 级中对 II 类，200N 基础油料源（品牌）进行互换。该产品由 80% 的 100N 和 20% 的 200N 混合得到的 II 类基础油混合物制成。该基础油混合物符合 II 类要求，即含硫量不大于 0.03%，且饱和度不低于 90%。

营销商需要查看《API 基础油可互换性指南》。200N 油在原配方中含量大于 10%，因为需要测试。要进行互换，营销商必须使用序列 IIIE，且需要使用 VE。

E.2.3.7 示例 6

在该示例中，某营销商想根据用于经完全批准的 API SJ SAE 5W-30 级中的相同基础油体系，得到 SAE 40 级机油。SAE 5W-30 级是由 90% 的 100N 和 10% 的 200NM 混合而成的 I 类基础油混合物制得，并使用非分散性粘度改性剂配制而成。基础油中，SAE 40 级含有 80% 的 300N 和 20% 的光亮油。

营销商需要采取以下步骤：

- a. 查看《API SAE 粘度等级发动机试验指南》。非节能 API SJ SAE 5W-30 产品可延伸至 SAE 40 级，而无需进一步测试（需注意，如果使用非分散性粘度改性剂进行 SAE 5W-30 配制，则需要进行序列 VE 试验）。
- b. 看《API 基础油可互换性指南》。因为 SAE 40 级含有相同源（品牌）基础油，因此没有发生互换。无需进一步测试。

E.2.3.8 示例 7

在该示例中，某营销商想将完全批准的 API SL SAE 5W-30 级基础油混合物中的 II 类 100N 基础油料换成 I 类 100N 基础油料。SAE 5W-30 级是经完全批准的产品，由 50% 的 II 类 100N 和 50% 的 I 类 150N 基础油混合物制成。

营销商需要查看《API 基础油可互换性指南》。要将 II 类油换成 II 类油，营销商需要进行序列 VG、IIIF（或根据 ASTM D 4485 使用序列 IIIG）和 IVA 试验，如果希望在 API 服务类别 SL 中实现节能，还需要进行 VIB 序列试验。查看表 E-6，看是否允许进行延伸。

注：如果将 100N 和 150N 基础油料都和新 I 类基础油料互换，则将遵循最严格的测试要求【即，序列 VG、IIIF（或 ASTM D4485 要求的序列 IIIG）和 IVA 试验，以及，如果想 API 服务类别 SL 节能，则进行序列 VIB 试验】。

E.2.3.9 示例 8

在该示例中，某营销商想将所有基础油料 IV 类和 V 类体系换成部分 IV 类（PAO）体系，以获得 PCMO。该营销商有两种产品参与此次互换：一种是经完全批准的 API SL SAE 10W-30 级，采用含有 PAO 和酯类液体的 IV 类和 V 类基础油混合物（IV/V 类），另一种是经完全批准的 SAE 10W-30 级，采用含有 60% 的 100N 和 40% 的 250N 的 I 类基础油混合物。这两种油都含有相同的 DI 添加剂处理和 VM。

营销商需要查看《API 基础油可互换性指南》。所有 IV/V 类和 I 类之间的交换需要进行完整批准测试。这是针对 I 类和 IV/V 类产品的。由于 I 类油料和完整的 IV/V 类混合物都得到了批准，则两者的混合物无需进一步测试即可使用。

E.2.3.10 示例 9

在该示例中，某营销商想改变 PAO 加酯类 SAE 5W-30 级中的 PAO（IV 类）。经完全批准的 API SL/节能 /ILSAC GF-3 SAE 5W-30 级是由 IV 类和 V 类基础油（由 4 厘斯 PAO 和酯油构成）制成。

只要替代的 4 厘斯 PAO 符合与原 4 厘斯 PAO 相同的物理和化学规格，就不需要测试。

E.2.3.11 示例 10

该示例中，营销商希望在由 15%IV 类基础油料、65%II 类基础油料和 20%DI/VM 添加剂混合制成的已认证 API SJ SAE 多粘度级产品中增加 15% 的 IV 类基础油料。新配方包含 30%IV 类基础油料、50%II 类基础油料，以及 20%DI/VM 添加剂。

由于 BOI 表格允许成品油配方中 IV 类基础油料最多占 30%，无需进一步测试，因此新配方不需要进行发动机试验（如果油为节能型，则序列 VIA 除外，需进行试验）。

E.2.3.12 示例 11

该示例中，营销商希望在由 20%IV 类基础油料、60%II 类基础油料和 20%DI/VM 添加剂混合制成的已认证 API SL/节能 SAE 多粘度级产品中增加 30% 的 IV 类基础油料。新配方包含 50%IV 类基础油料、30%II 类基础油料，以及 20%DI/VM 添加剂。

根据表格，当总 IV 类含量增加到 50% 时，需要进行序列 IIIF 和 VIB 发动机试验。如果 IV 类总含量增加到 50% 以上，则新配方就需要进行除序列 VIII 以外的完整发动机试验。

E.2.3.13 示例 12

该示例中，营销商想知道，在由 24%IV 类基础油料、56%II 类基础油料和 20%DI/VM 添加剂混合制成的 API SJ 或 SL 许可的 SAE 多粘度级产品中，可以添加多少 IV 类基础油料，而无需开展进一步发动机试验。

由于表格允许在成品油配方中最多添加 30% 的 IV 类基础油料，在将 II 类与 IV 类互换时无需进一步测试，因此营销商可以再添加 6% 的 IV 类基础油料而无需进一步发动机试验。新配方包含 30%IV 类基础油料、50%II 类基础油料，以及 20% DI/VM 添加剂。

E.2.3.14 示例 13

对于序列 VID BOI（表和方程），以下示例适用：

使用 API II 类和/或 III 类基础油料任意组合的合格油正在被替换为使用不同 API II 类或 III 类基础油料的同等或更低 HTHS 的候选配方。

使用不同的 II 类和 III 类基础油料将使用相同技术（性能组合和粘度改性剂）的候选油配制为相同粘度等级的产品。候选油在 100°C 时的 HTHS 为 6.44 cP。

由于候选油在 100°C 时 HTHS 的值低于原试验油，且所涉及的基础油料为 II 类和 III 类的组合，因此允许对候

选油进行基础油互换。

E.2.3.15 示例 14

对于序列 VID BOI (表和方程)，以下示例适用：

使用 API II 类和/或 III 类基础油料任意组合的合格油正在被替换为使用不同 API II 类、III 类基础油料的候选配方。

使用 II 类或 III 类基础油料（或混合物）的原始配方油在序列 VID 中使用，并得到合格的 $FEI_{\text{总和}}$ 和 $FEI2$ 。该油在 100°C 时的 HTHS 为 6.52 cP 。合格结果比 $FEI_{\text{总和}}$ 的合格规格高 0.40 （即 $FEI_{\text{总和限值}} - FEI_{\text{原总和}} = -0.40$ ），比 $FEI2$ 的合格规格高 0.16 。（即， $FEI2_{\text{限值}} - FEI2_{\text{原}} = -0.16$ ）

使用不同的 II 类和 III 类基础油料将使用相同技术（性能组合和黏度改性剂）的候选油配制为相同黏度等级的产品。候选油在 100°C 时的 HTHS 为 7.40 cP 。D6616-07 的重现率（R）为 0.035 （ 3.5% ）。

使用下列方程 E 1.0 对允许的基础油互换进行评估：

$$A = FEI_{\text{总和}} \text{HTHS} = 6.52 + (-0.40/-0.485) + 6.52 \times 0.035 = 7.57 \text{ cP}$$

$$B = FEI2 \text{HTHS} = 6.52 + (-0.16/-0.227) + 6.52 \times 0.035 = 7.45 \text{ cP}$$

基础油互换受限于 A 和 B 两者中的较小值，即 7.45 cP 。候选油在 100°C 时的 HTHS 为 7.40 ，低于 7.45 。因此，允许基础油互换。

不允许 HTHS 检测精度出现更大公差。

E.2.3.16 示例 15

对于序列 VID BOI (表和方程)，以下示例适用：

使用 API II 类和/或 III 类基础油料任意组合的合格油正在被替换为使用不同 API II 类、III 类基础油料的候选配方。

使用 II 类或 III 类基础油料（或混合物）的原始配方油在序列 VID 中使用，并得到合格的 $FEI_{\text{总和}}$ 和 $FEI2$ 。该油在 100°C 时的 HTHS 为 6.52 cP 。合格结果在合格规格的下限取整范围内，即比 $FEI_{\text{总和}}$ 的合格规格低 -0.04 （即 $FEI_{\text{总和限值}} - FEI_{\text{原总和}} = +0.04$ ），比 $FEI2$ 的合格规格高 0.10 。（即， $FEI2_{\text{限值}} - FEI2_{\text{原}} = -0.10$ ）

使用不同的 II 类和 III 类基础油料将使用相同技术（性能组合和粘度改性剂）的候选油配制为相同粘度等级的产品。候选油在 100°C 时的 HTHS 为 7.02 cP 。D6616-07 的重现性（R）为 0.035 （ 3.5% ）。

使用下列方程 E 1.0 对允许的基础油互换进行评估：

$$A = FEI_{\text{总和}} \text{HTHS} = 6.52 + (+0.04/-0.485) + 6.52 \times 0.035 = 6.67 \text{ cP}$$

$$B = FEI_2 \text{HTHS} = 6.52 + (-0.10/-0.227) + 6.52 \times 0.035 = 7.19 \text{ cP}$$

基础油互换受限于 A 和 B 两者中的较小值，即在 100°C 时 HTHS 为 6.67 cP。候选油的 HTHS 为 7.02 cP，大于 6.67 cP，所以不允许基础油互换。

不允许 HTHS 检测精度出现更大公差。

E.2.3.17 其他示例

关于应用《基础油互换性指南》的其他示例可在附录 M 中找到。

E.3 重质发动机机油的互换

E.3.1 指南

E.3.1.1 根据提交给 API 的已有发动机试验数据，要在原 API 许可的重质机油 (HDEO) 中互换基础油料，则需要通过第 E.3 节中规定的发动机试验)。

E.3.1.2 在任何情况下，如果多于一类基础油料同时互换，则适用最严格的测试要求。

E.3.1.3 当符合 I 类、II 类、III 类或 IV 类定义的单一互换基础油料在混合的 HDEO 配方中质量百分比小于或等于 10 时，则不需要进行发动机试验。在某些情况下，可以用更高比例的 III 类或 IV 类来代替，而不需要按照本附录或 ACC 实施规程（附件 I，指南 5）中的规定进行进一步的发动机试验。对于 V 类，应遵循 ACC 实施规程。

E.3.1.4 与互换基础油混合的重质发动机机油应满足相应 API 服务类别所要求的所有物理和化学规格。

E.3.1.5 本指南规定批准的基础油料可以混合使用，无需进一步测试，符合附录 F 的规定。

E.3.1.6 表 E-1 中列出了基础油料和基础油混合特性的可接受的试验方法。可以理解的是，在比较特性时，要考虑到方法的精确度。在以下表格中，BOV 指的是根据 ASTM D445 测得的基础油混合粘度。

E.3.2 要求

E.3.2.1 API 认识到多重试验评估程序的重要性。支持基础油互换性的发动机试验应符合附录 K 中提到的信息。这些指南应与 ACC 实施规程一起使用。

E.3.2.2 原始 HDEO 需要完整的性能文件。除 ACC 实施规程规定的以外，在检验互换基础油时，分散抗氧剂 (DI) 和/或粘度改性剂 (VM) 保持不变。根据这些指南获得的基础油互换适用于单一 HDEO 配方。如果发生 ACC 实施规程之外的 DI 和/或 VM 变化，则应重新应用这些指南。

E.3.2.3 当在含有单一重质发动机机油配方的若干不同粘度等级中更换基础油料或基础油料体系时，本指南应与附录 F 一起使用，除非推荐的测试等级在配方中含有小于或等于 10 质量百分比的互换基础油料。在这种情况下，应测试下一个更高的粘度等级。

E.3.2.4 对于表 E-17 中所列的 HDEO 试验，BOI 指南可能允许减免一些测试。在确定特定油品配方的试验项目要求制定之前，请查看每个具体试验的指南。

表 E-17—API C 类和 F 类别基础油互换试验

试验名称	ASTM	附录 E 参考	CH-4	CI-4	CI-4 w/CI-4 PLUS	CJ-4	CK-4/ FA-4
序列 IIIF/IIIFHD	D6984	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
序列 IIIG	D7320	E.2.2.4.1	X	X	X	X	
卡特彼勒 (Caterpillar) 1K	D6750 (1K)	E.3.2.5.1	X	X	X		
卡特彼勒 (Caterpillar) 1N	D6750 (1N)	E.3.2.5.2		X	X	X	X
卡特彼勒 (Caterpillar) 1P	D6681	E.3.2.5.4	X	X	X		
开特皮勒 (Caterpillar) 1R	D6923	E.3.2.5.3		X	X		
卡特彼勒油品曝气试验	D8047	E.3.2.5.16					X
发动机机油曝气试验	D6894	E.3.2.5.9	X	X	X	X	
康明斯 ISM	D7468	E.3.2.5.11		X	X	X	X
康明斯 ISB	D7484	E.3.2.5.11				X	X
康明斯 M11	D6838	E.3.2.5.10	X				
康明斯 M11 EGR	D6975	E.3.2.5.10		X	X		
Mack T-8 法	D5967	E.3.2.5.6					
Mack T-8E 法	D5967	E.3.2.5.6	X	X	X		
Mack T-9 法	D6483	E.3.2.5.5	X				
Mack T-10 法	D6987/D6987M	E.3.2.5.7	X	X	X		
Mack T-10A 法	D4684 中 75 小时的废油	E.4.2.6		X	X		
Mack T-11 法	D7156	E.3.2.5.13			X	X	X
Mack T-11A 法	D6896	E.4.2.8			X	X	X
Mack T-12 法	D7422	E.3.2.5.12		X	X	X	X
沃尔沃 (Volvo) T-13	D8048	E.3.2.5.15					X
滚子从动件磨损试验	D5966	E.3.2.5.8	X	X	X	X	X
康明斯 HTCBT	D6594	E.4.2.9	X	X	X	X	X
弹性体相容性 (HD)	D7216	E.4.2.7		X	X		

E.3.2.5 在 E.3.2.5.1 至 E.3.2.5.16 中给出了互换基础油料所需的重型发动机试验。BOI 指南根据 API 基础油料类别以及原试验油和候选油配方中使用的基础油料量而有所不同。除非另有说明，否则所有的百分比均指总配方的质量百分比。

为支持针对包含在 API 服务类别中的各重型发动机试验而制定 BOI 和 VGRA 指南，开展测试。测试使用了具有一定物性范围的基础油料、基础油和成品油。这些物理特性对润滑油性能影响的重要性对于每项试验或试验类型来说都可能有所不同。基础油料、基础油和/或成品油的数据包括在以下表 E-18 中。这些数值仅供参考，不代表对这些指南的解释有任何限制。

表 E-18—为开展 API 服务类别中包含的重型发动机试验，引用基础油料、基础油、成品油数据来支持 BOI/VGRA 指南制定

发动机试验	基础油料类别	BOV100 范围, mm ² /S	基础油 VI 范围	基础油饱和度范围 (D7419), wt%	基础油饱和度范围 (D2007), wt%	粘度等级范围
T-13	II	5.6 至 7.1	108 至 118	97.4 至 99.8 以上	94.7 至 98.3	10W-30 ^a , 10W-40, 15W-40
COAT	II	5.5 至 7.3	108 至 115	97.4 至 99.8 以上	94.7 至 98.0	10W-30, 10W-40, 15W-40 ^a

^a用于 BOI 指南制定的粘度等级。

E.3.2.5.1 对于互换基础油料所需的卡特彼勒 (Caterpillar) 1K 试验，具体要求见表 E-19。

表 E-19—互换基础油料需要进行的卡特彼勒 (Caterpillar) 1K 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
I 类	不需要	不需要	≤30% 不需要 ---- >30%需要	≤ 30%不需要 ---- >30%需要	需要
II 类	不需要	不需要	≤ 30%不需要 ---- >30%需要	≤ 30%不需要 ---- >30%需要	需要
III 类	需要	需要	需要	需要	需要
IV 类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V 类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.2 对于互换基础油料所需的卡特彼勒 (Caterpillar) 1N 试验，具体要求见表 E-20。

表 E-20—互换基础油料需要进行的卡特彼勒 (Caterpillar) 1N 试验

原试验油中的基 础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	需要	需要	需要
II类	不需要	不需要	需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和 化学特性方面符合原制造商的 规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.3 对于互换基础油料所需的卡特彼勒 (Caterpillar) 1R 试验，具体要求见表 E-21。

表 E-21—互换基础油料需要进行的卡特彼勒 (Caterpillar) 1R 试验

原试验油中的基 础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要	需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有 物理和化学特性方面 符合原制造商的规格 要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.4 对于互换基础油料所需的卡特彼勒 (Caterpillar) 1P 试验，具体要求见表 E-22。

表 E-22—互换基础油料需要进行的卡特彼勒 (Caterpillar) 1P 试验

原试验油中的基 础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	对于 CH-4 来说，只 需要一份 II 类基础油 料；对于 CI-4 来 说，不需要。	需要	需要	需要
II类	不需要	不需要	需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化 学特性方面符合原制造商的规 格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.5 对于互换基础油料所需的 Mack T-9 试验，具体要求见表 E-23。

表 E-23—互换基础油料需要进行的 Mack T-9 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类 不需要, 如果含硫量≤原试验油, 且饱和度≥原试验油	不需要	不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
II类 需要	不需要, 如果饱和度≥原试验油	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
III类 需要	需要	需要	需要	需要	需要
IV类 需要	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类 需要	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.6 对于互换基础油料所需的 Mack T-8 和 T-8E 试验, 具体要求见表 E-24。

表 E-24—互换基础油料需要进行的 Mack T-8/T-8E 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类 如果满足下列两个条件中任意一个, 则不需要: 1. 原油的饱和度≥80%, 且互换基础油的饱和度≥原试验油 2. 原油的饱和度<80%, 在95%的置信水平下, 互换基础油的饱和度≥原油的饱和度(见E.3.3.5中的例子)。	不需要	不需要	不需要	不需要	需要
II类 需要	不需要, 如果饱和度≥原试验油	不需要	不需要	不需要	需要
III类 需要	需要	需要	需要	需要	需要
IV类 需要	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类 需要	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.7 对于互换基础油料所需的 Mack T-10 试验, 互换基础油料的具体要求见表 E-25。

表 E-25—互换基础油料需要进行的 Mack T-10 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 含硫量 \leq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq BOV 在 100°C 下的 原试验油	不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq BOV 在 100°C 下的 原试验油	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	需要
II类	需要	不需要, 如果饱和度 \geq 原试验油, 且 BOV 在 100°C 下 \geq BOV 在 100°C 下的 原试验油	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱 和度 \geq 原试验油, 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油, 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理 和化学特性方面符合 原制造商的规格要求, 则不需要。	
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.8 对于互换基础油料所需的转子从动件磨损试验, 具体要求见表 E-26。

表 E-26—互换基础油料需要进行的 RFWT

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	$\leq 30\%$ 不需要 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ---- $>30\%$ 需要	需要
II类	仅在 I 类基础油料中需 要	不需要	$\leq 30\%$ 不需要 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ---- $>30\%$ 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理 和化学特性方面符合原制造商 的规格要求, 则不需要。	
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.9 对于互换基础油料所需的发动机机油曝气试验 (EOAT), 具体要求见表 E-27。

表 E-27—互换基础油料需要进行的 EOAT

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
II类	不需要	不需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.10 对于互换基础油料所需的康明斯 M11 和 M11 EGR 试验，具体要求见表 E-28。

表 E-28—互换基础油料需要进行的康明斯 M11/M11 EGR 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要，如果： 饱和度≥原试验油 且，含硫量≤原试验油	不需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
II类	需要	不需要，如果 饱和度≥原试验油	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	≤ 30% 不需要 ---- >30% 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.11 对于互换基础油料所需的康明斯 ISM 和 ISB 试验，具体要求见表 E-5。

E.3.2.5.11.1 如果在某项技术上只有一个合格的康明斯 ISM 或 ISB 试验，则表 E-29 适用。

表 E-29—基础油互换需要进行的康明斯 ISM 和 ISB 试验

原试验油中的 基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要，如果： 饱和度 \geq 原试验油 且，含硫量 \leq 原试验油	不需要 ----- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ----- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ----- $>30\%$ 需要	需要
II类	需要	不需要，如果饱 和度 \geq 原试验油 $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ----- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要 ----- $>30\%$ 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化 学特性方面符合原制造商的规 格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.11.2 当对于某项技术可进行一次以上康明斯 ISM 或 ISB 合格试验时，如果 100°C 下的候选基础油混合物饱和度、含硫量和基础油 KV 属于 100°C 下原合格油（至少经过两次试验/通过两次试验）中基础油混合物的饱和度、含硫量和基础油 KV 范围，且候选油的 III 类含量属于原合格油 III 类含量范围，则允许 BOI。

E.3.2.5.12 对于互换基础油料所需的 Mack T-12 试验，具体要求见下文。

E.3.2.5.12.1 如果在某项技术上只能进行一次 Mack T-12 合格试验，则表 E-30 适用。

表 E-30—基础油互换需要进行的 Mack T-12 法试验

原试验油中的 基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 含硫量 \leq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油	不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	需要
II类	需要	不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	$\leq 30\%$ 不需要, 如果: 饱和度 \geq 原试验油 且 BOV 在 100°C 下 \geq 在 100°C 下的原试验油 ---- $>30\%$ 需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和 化学特性方面符合原制造商 的规格要求，则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.12.2 当对于某项技术可进行一次以上 Mack T-12 合格试验时, 如果 100°C 下提出的互换油基础油混合物的饱和度、含硫量和基础油 KV 属于 100°C 下原合格油 (至少经过两次试验/通过两次试验) 中基础油混合物的饱和度、含硫量和基础油粘度范围, 且候选油的 III 类含量属于原合格油 III 类含量范围, 则允许 BOI。

E.3.2.5.13 所有在 2006 年 4 月 28 日之后开始的 Mack T-11 发动机试验的基础油互换, 都可以用表 E-31 或表 E-32 或图 E-1 中提供的方法来确定。表 E-31、表 E-32 和图 E-1 都规定了可与原试验油互换的候选油的最低饱和度。

表 E-31—Mack T-11 的 BOI 饱和度要求 (在某范围内)

试验油	候选油
$X \leq 70.0$	最小 80.0
$70.0 < X < 95.0$	最小 ($0.6*X + 38$)
$X \geq 95.0$	最小 95.0

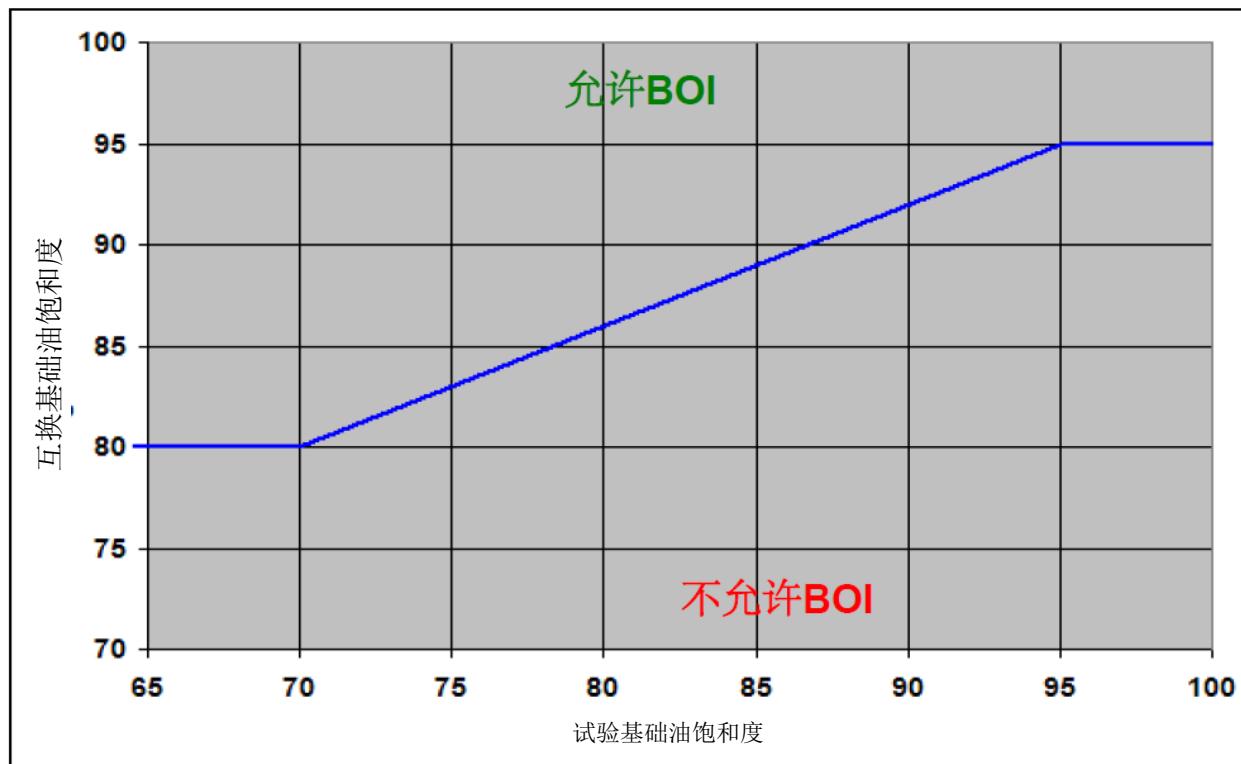


图 E-1—Mack T-11 的 BOI 饱和度要求（根据绘图）

表 E-32—Mack T-11 的 BOI 饱和度要求（互换需要的最低饱和度）

为获得许可而在最初进行试验的基础油	互换基础油的最低饱和度
≤70.0	80.0
71.0	80.6
72.0	81.2
73.0	81.8
74.0	82.4
75.0	83.0
76.0	83.6
77.0	84.2
78.0	84.8
79.0	85.4

表 E-32—Mack T-11 的 BOI 饱和度要求（互换需要的最低饱和度）（续表）

为获得许可而在最初进行试验的基础油	互换基础油的最低饱和度
80.0	86.0
81.0	86.6
82.0	87.2
83.0	87.8
84.0	88.4
85.0	89.0
86.0	89.6
87.0	90.2
88.0	90.8
89.0	91.4
90.0	92.0
91.0	92.6
92.0	93.2
93.0	93.8
94.0	94.4
≥95.0	95.0

E.3.2.5.14 在 E.3.2.5.14.1 和 E.3.2.5.14.2 中描述了 I、II 和 III 类产品中卡特彼勒 (Caterpillar) C13 试验基础油的互换指南（见下文注释）。表 E-1 中列出了基础油料和基础油混合特性的可接受的试验方法。可以理解的是，在比较特性时，要考虑到方法的精确度。

注：

- 1) 候选油中 III 类典型粘度指数必须比合格的 C13 油中 III 类典型粘度指数高不超过 6 个单位，不考虑测试精度容差。
- 2) PAO (IV 类) 可以按照 E.1.3 的 d 项进行互换。
- 3) 当存在 V 类基础油料时，必须进行 C13 试验。

E.3.2.5.14.1 如果某项技术只能进行一次 C13 合格试验，而且合格 C13 油品和候选油中只有 II 类和/或 III 类基础油料，那么当候选油的基础油混合物粘度指数 (VI) 等于或低于合格 C13 油的基础油混合物粘度指数时，则允许 C13 BOI (见下文注释)。如果合格的 C13 油品或候选油中存在 I 类基础油料，那么如果候选油的基础油混合物与合格的 C13 油品的基础油混合物相比，具有相同的饱和度，相同或更低的含硫量，以及相同或更低的粘度指数，则允许 C13 BOI。当 C13 合格油品中存在 III 类基础油料时，还需遵循其他指南：

- a. 候选油的 III 类含量必须等于或低于合格油。
- b. 候选油中 III 类典型粘度指数必须比合格的 C13 油中 III 类典型粘度指数高不超过 6 个单位，不考虑测试精度容差。

类似下列这样的工作表可以用于确定候选油特性是否符合上述 C13 BOI 的标准。接下来的示例说明了工作表应该如何使用。

工作表 1：如果在候选油和及格油中只有 II 类和/或 III 类

	候选油		合格油
基础油混合物粘度指数		<或=	
III类含量，在油中的百分比		<或=	
III类粘度指数		见上文 b	

示例，含工作表 1：如果在候选油和及格油中只有 II 类和/或 III 类

	候选油		合格油
基础油混合物黏度指数	104	<或=	115
III类含量，在油中的百分比	13.5	<或=	40
III类 VI	126	见上文 b	126

在上述示例中，当与合格油比较时，确定候选油特性符合 BOI 标准。对于该候选油，允许 BOI。

工作表 2：如果 I 类在候选油或合格油中

	候选油		合格油
基础油混合物饱和度，%		=	
基础油含硫量，ppm		<或=	
基础油混合物粘度指数		<或=	
III类含量，在油中的百分比		<或=	
III类粘度指数		见上文 b	

示例，含工作表 2：如果 I 类在候选油或合格油中

	候选油		合格油
基础油混合物饱和度，%	87	=	87
基础油含硫量，ppm	347 ^a	<或=	320
基础油混合物粘度指数	93	<或=	99
III类含量，在油中的百分比	0	<或=	15
III类粘度指数	---	见上文 b	128

^a需要运用方法精确度。

在上述当与合格油比较时，确定候选油特性符合 BOI 标准。在这种情况下，含硫量检测方法精度显示含硫量相同（D2622, 320 ppm +/- 41 ppm, 包括 347 ppm）。对于该候选油，允许 BOI。

E.3.2.5.14.2 当对于某项技术可进行一次以上 C13 合格试验时，如果候选基础油混合物饱和度、含硫量和粘度指数属于原合格油（至少两种经过试验的油/合格油）中基础油混合物的饱和度、含硫量和 VI 范围，且候选油的 III 类含量属于原合格油 III 类含量范围，则允许 BOI。此外，候选油中 III 类典型粘度指数必须比合格的 C13 油中 III 类典型粘度指数高不超过 6 个单位，不考虑测试精度容差。

类似下列这样的工作表可以用于确定候选油特性是否符合上述 C13 BOI 的标准。下列示例说明了工作表应该如何使用。

工作表 3：如果对于某技术，可进行超过一次 C13 合格试验

	合格油 1	合格油 2	候选油
基础油混合物饱和度, %			
基础油含硫量, ppm			
基础油混合物粘度指数			
III类含量，在油中的百分比			
III类粘度指数（见上文 b）			
是否需要 C13?			是/否?
理由			

示例 1，含工作表 3：如果对于某技术，可进行超过一次 C13 合格试验

	合格油 1	合格油 2	候选油
基础油混合物饱和度, %	87	96	87
基础油含硫量, ppm	347	0	320
基础油混合物粘度指数	93	115	99
III类含量，在油中的百分比	0	40	15
III类粘度指数（见上文 b）	--	126	128
催化剂 C13	通过	通过	
是否需要 C13?			否
理由			允许 BOI。饱和度、含硫量、粘度指数和 III类含量属于矩阵范围。候选油 III类粘度指数属于可接受的+6 范围。

示例 2，含工作表 3：如果对于某技术，可进行超过一次 C13 合格试验

	合格油 1	合格油 2	候选油
基础油混合物饱和度, %	87	96	94
基础油含硫量, ppm	347	0	90
基础油混合物粘度指数	93	115	112
III 类含量, 在油中的百分比	0	40	20
III 类 VI (见上文 b)	--	126	134
催化剂 C-13	通过	通过	
是否需要 C-13?			是
理由			不允许 BOI。基础油饱和度、含硫量和粘度指数属于矩阵范围, 但候选 III 类粘度指数不在允许的+6 范围。

E.3.2.5.15 如果在某项技术上只能进行一次沃尔沃 T-13 合格试验, 则表 E-33 适用。

表 E-33—互换基础油料需要进行的沃尔沃 T-13 试验

原试验油中的 基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要	需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.2.5.16 如果在某项技术上只能进行一次卡特彼勒 (Caterpillar) 机油曝气试验 (COAT), 则表 E-34 适用。

表 E-34—互换基础油料需要进行的卡特彼勒 (Caterpillar) 机油曝气试验

原试验油中的 基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	需要	需要	需要	需要	需要
II类	需要	不需要	需要	需要	需要
III类	需要	需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	只要互换 IV 类在所有物理和化学特性方面符合原制造商的规格要求, 则不需要。	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.3.3 示例

E.3.3.1 综述

《API 基础油互换性指南》必须与《API SAE 粘度等级发动机试验指南》一起使用（见附录 F）。当原来批准的等级所含的互换基础油料质量百分比小于或等于 10%时，如果配方中的互换基础油料质量百分比大于 10%，则必须对较高的等级进行测试。

E.3.3.2 示例 1

在该示例中，某营销商想用基础油料 I 类体系内的 600N 基础油料交换 API 服务类别 CF-4 重质发动机机油。该营销商有两种产品参与了此次互换：一种是 SAE 15W-40 级，含 50% 100N 和 50% 250N 的 I 类基础油混合物，已通过粘度延伸和测试，另一种是 SAE 30 级，含有 35% 250N 和 65% 600N 的 I 类基础油混合物，也已通过粘度延伸和测试。

营销商需要采取以下步骤：

- a. 查看《API SAE 粘度等级发动机试验指南》。部分重质发动机机油可以从多级向单级延伸。其他可以从单级向多级延伸。据此，开展原基础油料批准测试。
- b. 查看《API 基础油可互换性指南》。由于 SAE 15W-40 产品不含（即，低于配方的 10%）任何 I 类 600N 互换原料油料，因此无需测试。此外，当使用其他来源 600N 的 I 类基础油料时，对于 SAE30 产品无需进行测试。对于 CF-4 润滑油，允许 I 类和 I 类互换。

E.3.3.3 示例 2

在本示例中，营销商向用于经完全批准的 API CF-4 SAE 15W-40 重质发动机机油中的基础油料 II 类体系换成 I 类体系以及 I 类和 II 类油料混合物。该经批准的 SAE 15W-40 级机油由 65% 的 100N 和 35% 的 240N 混合得到的 II 类基础油混合物制成。

营销商需要查看《基础油可互换性指南》。这两种互换均无需进行发动机测试。

E.3.3.4 其他示例

关于应用《基础油互换性指南》的其他示例可在附录 M 中找到。

E.3.3.5 表 E-20 的饱和度计算示例

下列计算用于确定当原试验基础油和打算互换的基础油饱和度低于 80% 时，是否可以免除 Mack T-8 或 T-8E 试验。如果新的基础油饱和度百分比不高于或等于在 95% 置信度的原试验基础油中的饱和度百分比，则需要为基

础油互换开展 Mack T-8 或 T-8E 试验。计算方式如下：

两种方法的差值（Z 值计算，单侧假设正态分布）：

$$X_1 - X_2 \geq 1.645 \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

式中， X =饱和度确定方式

σ =开展分析的实验室的标准偏差

n =确定次数

下标 1 和 2 分别指互换基础油和原基础油

ASTM D 2007 的饱和度测定必须在标准偏差为 1.5 或更小的实验室内进行，内部参考油的饱和度低于 80%。

如果进行原始 70.0% 饱和度基础油和互换基础油测定的实验室的 ASTM D2007 标准偏差为 1.5，并进行单一饱和度测定，则所有 API I 类基础油的饱和度至少高出 3.48%（最低饱和度为 73.48%）时，可免于进行 Mack T-8 或 Mack T-8E 试验。

$$\begin{aligned} X_1 - X_2 &\geq 1.645 \sqrt{\frac{(1.5)^2}{1} + \frac{(1.5)^2}{1}} \\ X_1 - X_2 &\geq (1.645)(1.5)\sqrt{2} \\ X_1 - X_2 &\geq 3.48 \end{aligned}$$

如果在上述计算中，ASTM D 2007 实验室标准偏差都是 0.7 而不是 1.5，并进行单一测定，则允许对所有饱和度至少高出 1.63%（最低饱和度 71.63%）的 API 的 I 类基础油免除 Mack T-8 或 Mack T-8E 试验。

E.4 台架试验互换

E.4.1 指南

E.4.1.1 在 API 许可的油品中互换基础油料时，需要进行完整的台架试验，除非在以下指南中注明不用进行试验。

E.4.2 用既定的交换测试指南进行台架试验

E.4.2.1 TEOST 33C

E.4.2.1.1 根据提交给 API 的现有 TEOST 33 (ASTM D 6335) 台架试验数据，须在表 E-35 中规定的 TEOST 33 测试合格后，才能互换基础油料。

表 E-35—互换基础油料需要进行的 TEOST 33 合格试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料 (仅适用于 SAE 5W-30 和更高粘度等级。)				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要	不需要	需要	需要	需要
II类	不需要	不需要	不需要	需要	需要
III类	需要	不需要	不需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	需要	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.4.2.2 TEOST MHT

E.4.2.2.1 根据提交给 API 的现有 TEOST MHT (ASTM D 7097) 台架试验数据, 须在表 E-36 中规定的 TEOST MHT 试验合格后, 才能互换基础油料。

表 E-36—互换基础油料需要进行的 TEOST MHT 试验

原试验油中的基础油料	互换基础油料				
	I类	II类	III类	IV类	V类
I类	不需要, 如果含硫量 \geq 原试验油, 且饱和度 \leq 原试验油	需要	需要	需要	需要
II类	不需要	不需要	不需要	需要	需要
III类	需要	不需要	需要	需要	需要
IV类	需要	需要	需要	需要	需要
V类	需要	需要	需要	需要	需要

E.4.2.3 均匀性和混杂性 (H&M) ASTM D 6922 和发动机机油过滤性 (EOFT) ASTM D 6795 【以前称为 GM 9099P 过滤性 (标准方法)】测试。

E.4.2.3.1 均匀性和混杂性 (H&M) ASTM D 6922 和发动机机油过滤性 (EOFT) ASTM D 6795 【以前称为 GM 9099P 过滤性 (标准方法)】测试需要在核心数据集内代表的一个粘度等级中进行。每次基础油互换只需要进行一次 H&M 和一次 EOFT 测试。(核心数据集定义见 ACC 实施规程。) 核心数据集通常以 SAE 5W-30、10W-30、10W-40 或 15W-40 粘度等级开发。

E.4.2.4 发动机机油耐水试验 (EOWTT) ASTM D 6794

E.4.2.4.1 仅对于最高添加剂 (DI/VM) 组合的粘度等级, 需要对每次基础油互换开展发动机机油耐水试验 (EOWTT) ASTM D 6794 【曾称为 GM 9099P 过滤性 (针对 ILSAC GF-2/GF-3 的改进方法)】。

E.4.2.5 球体锈蚀试验 (BRT) ASTM D 6557

E.4.2.5.1 如果在核心数据集中有一次球体锈蚀试验 (BRT) ASTM D 6557 的合格记录, 则按照 ACC 实施规程

的规定，允许对所有其他粘度等级和基础油体系进行延伸。

E.4.2.6 Mack T-10A 或 Mack T-12A

E.4.2.6.1 如果互换基础油的饱和度和含硫量（在两次分析试验精确度范围内）在原始油（至少两种油）内基础油的饱和度和含硫量范围内，并且 -20°C 时交换的新鲜油 MRV-TP1 (ASTM D 4684) 等于或低于 BOI 矩阵限值，则 Mack T-10A 或 Mack T-12A 试验均无需进行。

BOI 矩阵限值定义如下：

$$\text{BOI 矩阵限值} = 25000 - \text{安全裕度}$$

安全裕度定义如下：

$$\text{安全裕度} = Y_1 - X_1, Y_2 - X_2, \text{或 } 0 \text{ 三者中的最大者}$$

式中：X1=原始油 1 在 -20°C 时新鲜油的 MRV-TP1

X2=原始油 2 在 -20°C 时新鲜油的 MRV-TP1

Y1=原始油 1 的 75 小时 T-10A 或 T-12A 油样在 -20°C 时的 MRV-TP1

Y2=原始油 2 的 75 小时 T-10A 或 T-12A 油样在 -20°C 时的 MRV-TP1

本指南应用示例见表 E-37。

表 E-37—T-10A 或 T-12A 的 BOI 指南应用示例 ^a

	矩阵油 1	矩阵油 2	候选油 A	候选油 B	候选油 C
基础油饱和度, 质量百分数	99	65	70	80	75
基础油含硫量, 质量百分数	<0.002	0.7	0.5	0.3	0.8
基础油的饱和度是否在矩阵范围内 (在试验精度范围内) ?			是	是	是
基础油的含硫量是否在矩阵范围内 (在试验精度范围内) ?			是	是	否
-20°C 时新鲜油的 MRV-TP1, cP	12000	15000	16000	20000	不足取
T-10A 或 T-12A -20°C 时的 MRV-TP1, cP	18000	16000			
屈服应力, Pa	0	0			
安全裕度	$(18000-12000)$ 或 $(16000-15000)$ 或 $0 = 6000$ 中的最大值				
BOI 矩阵限值	$25000-6000 = 19000$		19000	19000	19000
是否需要试验?			否	是	是
理由			新鲜油 MRV-TP1 小于 BOI 矩阵限值	新鲜油 MRV-TP1 大于 BOI 矩阵限值	基础油含硫量不 在矩阵范围内

^aT-10A = Mack T-10A 发动机试验；T-12A = Mack T-12A 发动机试验。

E.4.2.7 柴油弹性体相容性试验 (ASTM D7216 附录 A1) ²

E.4.2.7.1 如果互换基础油的饱和度和含硫量（在测试的精度范围内）在原始候选油（至少两种候选油）中基础油的饱和度和含硫量的范围内，并且 DI 组合没有变化，则不需要进行柴油弹性体相容性试验（ASTM D7216 附录 A1）。本指南应用示例见表 E-38。

表 E-38—柴油弹性体相容性试验（ASTM D7216 附录 A1）BOI 指南应用

	矩阵油 1	矩阵油 2	候选油 A	候选油 B
基础油饱和度, 质量百分数	99	65	70	80
基础油含硫量, 质量百分数	<0.002	0.7	0.5	0.3
CI-4 弹性体相容性试验	通过	通过		
是否需要试验?			否	否
理由			基础油的饱和度和含硫量都在矩阵范围内	基础油的饱和度和含硫量都在矩阵范围内

E.4.2.8 Mack T-11A

E.4.2.8.1 除满足 Mack T-11 的 BOI 指南外，对于 Mack T-11A 的基础油互换，-20°C 时互换候选油的新鲜油 MRV-TP1 (ASTM D 4684) 必须小于或等于 20000 cP，且无屈服应力。

E.4.2.9 高温腐蚀台架试验 (HTCBT) ASTM D 6594

E.4.2.9.1 如果在核心数据集有一次高温腐蚀台架试验 (HTCBT) ASTM D 6594 的合格记录，则按照 ACC 实施规程的规定，允许对所有其他粘度等级和基础油体系进行延伸。

E.4.2.10 乳液保持度 (ASTM D7563)

E.4.2.10.1 对于用 II 类和/或 III 类基础油料配制的油品，仅要求对最高添加剂 (DI/VM) 浓度的情况进行乳液保持度 ASTM D7563 测定。允许对所有其他 II 类、III 类以及使用相同或更低浓度的相同添加剂 (DI/VM) 组合的 II 类和 III 类基础油/粘度等级配方进行延伸。如果用 PPD 型换 DI/VI 组合，则需要进行测试。

E.4.2.11 PCMO 弹性体相容性试验 (ASTM D7216 附录 A)²

E.4.2.12 II 类或 III 类或 II 类和 III 类混合物的核心数据集（如 ACC 规程定义）内出现的一次 PCMO 弹性体相容性试验 (ASTM D7216 附录 A) 合格记录，可以延伸至使用其他 II 类或 III 类或 II 类和 III 类基础油料组合进行的配

²根据 5106 投票进行改进

置。

E.4.2.13 此外，如果仅限于对 0W-20、0W-30、5W-20、5W-30、10W-30 和 10W-40 粘度等级进行延伸，则不设粘度等级限制。

E.4.2.14 如果互换基础油的基础油饱和度和含硫量（在测试的精度范围内）在原始候选油（至少两种候选油）中基础油饱和度和含硫量的范围内，并且 DI 组合没有变化，则不需要进行 PCMO 弹性体相容性试验（ASTM D7216 附录 A2）。本指南应用示例见表 E-39。

表 E-39—包括 API 的 I 类基础油料 PCMO 弹性体相容性试验示例

	矩阵油 1	矩阵油 2	候选油 A	候选油 B
基础油饱和度, 质量百分数	85	99	92	96
基础油含硫量, 质量百分数	0.2	0.0	0.17	0.01
GF-5 弹性体相容性试验	通过	通过		
是否需要试验?			否	否
理由			基础油含硫量和基础油粘度指数在矩阵范围内。	基础油含硫量和基础油粘度指数在矩阵范围内。

附录 F

API SAE 粘度等级发动机试验指南

F.1 综述

如果某款油品符合乘用车机油或柴油发动机油的 SAE 粘度等级发动机试验指南，并且赞助公司希望放弃测试，那么赞助公司应遵守注册程序、美国化学理事会《石油添加剂产品批准实施规程》¹，以及所需发动机试验的多重试验评估程序。

F.1.1 SAE 粘度标准

SAE 粘度等级仅构成发动机润滑油的流变学分类，旨在供发动机制造商确定推荐用于其发动机的机油粘度等级，以及供机油营销商配制和标注其产品时使用。

SAE J300 中定义了两个系列的粘度等级：(a) 带有字母 W 的单一粘度等级油（“单一等级”）是根据最大低温起动和泵送粘度以及 100°C 时的最低运动粘度定义的。没有字母 W 的单一等级是基于一套 100°C 时的最低和最高运动粘度，以及在 150°C 和 100 万倒易秒 (s⁻¹) 时测量的最低高温/高剪切力。多粘度等级的油品（“多级”）由以下所有标准来定义：

- a. 最大低温起动和泵送粘度。
- b. 100°C 时的运动粘度属于非 W 级分类中的规定范围。
- c. 在 150°C 和 100 万倒易秒(s⁻¹)时的最低高温/高剪切黏度。

F.1.2 关键缩写

- DI: 分散抗氧剂
- VI: 粘度指数
- VM: 粘度改性剂虽然粘度改性剂经常被称为粘度改进剂（并因此缩写为“VI”），但本附录将严格采用“VM”，以避免与“粘度指数”混淆。

F.1.3 黏度等级延伸指南

在某些情况下，从特定发动机机油配方的一个粘度等级产生的数据可以通过通常称为“延伸”的做法推断到使用相同添加剂技术的另一个粘度等级（见表 F-1 至表 F-21）。

这些粘度等级的发动机试验指南可以用来完成一个测试项目，在每个单独试验中使用最严厉的粘度等级来测得被认证等级。发动机试验应使用 ACC 实施规程进行登记。对于物理和化学分析或台架试验，不允许延伸或替代数据（F.1.4 和 F.4 中允许的除外）；也就是说，所有规定的物理和化学分析必须在最终制剂上进行。对延伸表或 F.1.4 的拟议修改应递交 API 基础油交互换（BOI）/粘度等级延伸（VGRA）工作组主席或 API。该建议必须包括

该修改的理由和支持数据。

附录 E 中的表 E-3 和表 E-18 分别列出了在制定某些乘用车机油和重质发动机机油的 BOI 和 VGRA 指南时使用的基础油特性。这些数值仅供参考，不代表对这些指南的解释有任何限制。

F.1.4 未涉及的粘度等级原则

表 F-2 至表 F-21 指出何时粘度等级允许延伸 (X) 和不允许延伸 (—)。对于未包括在这些表格中的粘度等级，如果粘度等级符合表 F-1 (A 和 B) 中描述的所有适用技术原则，则允许对某些测试进行延伸。对于表 F-1 至表 F-21 未涵盖的粘度等级，在 API 的 BOI/VGRA 工作组审查支持修改表格的理由和数据、并向 API 润滑油标准工作组建议修改以及润滑油标准工作组批准修改之前，是不允许进行延伸的。表 F-1 中的勾号表示哪些技术原则适用于特定的测试。F.1.5 提供了关于将这些技术原则应用于新粘度等级的示例。

表 F-1A—新粘度等级和延伸的技术原则

(适用于 150°C 时 HTHS \geq 2.6 mPa·s 的油类)

	乘用车机油	IID	L-38/ VIII	IIIE/ IIIF/ IIIG	IIIGA 注 2	IIIGB	IV A	VE	VG	VIA/ VIB/ VID/ VIE
A	延伸粘度等级的洗涤剂（分散剂）-抗氧剂 (DI) 含量应等于或高于原始粘度等级的含量。DI 的增加被限制在 ACC 实施规程所允许的最大范围内。	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	注 3
B	考虑到测试方法的精确性，延伸粘度等级 100°C 时的基础油料混合运动粘度必须等于或高于原粘度等级。	NA	NA	✓	✓	NA	✓	✓	NA	注 3
C	延伸粘度等级的粘度改性剂 (VM) 含量必须等于或低于原始粘度等级的粘度改性剂。	NA	NA	注 4	注 4	NA	✓	✓或 注 5:	✓或 注 5:	注 3

表 F-1A 的注释：

1. ✓ = 原则适用；NA = 不适用。
2. 序列 IIIGA 的技术原则仅限于 0W、5W 和 10W 的多级机油。
3. 只有在 API BOI/VGRA 工作组审查并经 API 润滑油标准工作组批准后，才能增加新粘度等级并进行相关延伸。
4. 粘度改性剂含量必须不超过用于测试的油品中粘度改性剂含量的 1.5 倍。
5. 对于分散型 VM，延伸后粘度等级的 VM 含量必须等于或高于原粘度等级。
6. 如果原粘度等级中使用的是 V 类基础油料，那么在延伸后的粘度等级机油中必须含有相同量的 V 类基础油料（如酯）。

表 F-1B—新粘度等级和延伸的技术原则
(适用于 150°C 时 $\text{HTHS} \geq 2.3 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 的油类)

	乘用车机油	IIIH	IIIB	IVB	VH	X
A	延伸黏度等级的洗涤剂(分散剂)-抗氧剂(DI)含量应大于或等于原粘度等级。 DI 增幅被限制在 ACC 实施规程所允许的最大限度内。	✓	✓	✓	✓	✓
B	考虑到测试方法的精确性，延伸粘度等级 100°C 时的基础油料混合运动粘度必须等于或高于原粘度等级。	✓	NA	✓	✓	NA
C	延伸粘度等级的粘度改性剂(VM)含量必须等于或低于原始粘度等级的粘度改性剂。	✓	NA	NA 或注 3	✓ 或注 4	注 5

表 F-1B 的注释：

1. ✓ = 原则适用；NA = 不适用。
2. 只有在 API BOI/VGRA 工作组审查并经 API 润滑油标准工作组批准后，才能添加新粘度等级和相关延伸。
3. 没有发现相对粘度改进剂处理水平是影响序列 IVB 性能的、统计学上的重要因素。在 BOI/VGRA 矩阵中评估的相对 VM 治疗水平的范围是 1.0 倍至 1.7 倍。
4. 对于分散剂型 VM，延伸后粘度等级的 VM 含量必须等于或高于原始粘度等级的 VM。
5. 粘度改性剂含量必须不超过进行测试的油品中粘指剂含量的 2.5 倍，因为这是 BOI/VGRA 矩阵中测试的 VM 范围。
6. 如果原粘度等级中使用的是 V 类基础油料，那么在延伸后的粘度等级机油中必须含有相同量的 V 类基础油料(如酯)。

F.1.5 使用 VGRA 表格的示例和 VGRA 的技术原则

F.1.5.1 综述

如果满足 F.1.4 中的要求，允许延伸至表中未显示的粘度等级，或对这些粘度等级进行延伸。如果不符要求，则不允许延伸。以下是如何应用 F.1.4 的示例。

F.1.5.2 示例 1

在该示例中，对 SAE 0W-30 核心粘度等级【即测试的粘度等级】开展序列 IIIE 试验。对经过试验的 SAE 0W-30 进行延伸还可以涵盖哪些其他粘度等级？要回答这个问题，请采取以下步骤：

步骤 1：确定表 F-1 中的要求“a”是否符合所有所需的延伸粘度等级。这就要求保持 DI 不变，或者稍高，与 ACC 实施规程保持一致。由于 SAE 0W-30 很可能与 III 类或 IV 类基础油料的部分或所有混合在一起，因此许多较高粘度的等级可能不属于这个产品系列。更高粘度的等级，如果销售，可能有不同的 DI 和/或基础油料体系。

步骤 2：对于表 F-5 中感兴趣的延伸粘度等级(即待延伸等级)，确定是否可以同时满足表 F-1 中“B”和

“C”的要求。这涉及到具有相同或更高的基础油料混合粘度，且在“延伸”多级油中的 VM 含量不超过 SAE 0W-30 的 1.5 倍。有一些等级肯定会达到“b”和“c”，还有一些等级则取决于混合的方法。可能必须进行一些试验性混合。考虑到核心配方中使用的基础油料，需决定是否需要获取单一等级或单一等级可行。

步骤 3：对于希望通过延伸涵盖但未在表 F-5 中显示的粘度等级，请遵循步骤 2 中描述的“b”和“c”的说明。

步骤 4：确定哪些粘度等级符合表 F-1 的要求“a”、“b”和“c”。这些等级都是由粘度等级延伸覆盖的。未能满足所有这些要求的等级不包括在延伸范围内。

注：制剂的营销商对保证产品符合 API 要求负有最终责任。

F.1.5.3 示例 2

在该示例中，用 IV 类基础油和非分散型 VM 混合的 SAE 5W-30 已经通过了 VE 测试。一个营销商希望将该试验延伸至 SAE 5W-40 级——该级别未包括在表 F-10 中。由于表 F-10 中不包括 SAE 5W-40，因此必须参考表 F-1 中的“A”、“B”和“C”。SAE 5W-40 的 DI 含量很可能等于或高于 SAE 5W-30，因此会满足要求“A”。然而，“B”和“C”可能无法满足。SAE 5W-40 机油在 100°C 时的基础油料混合运动粘度通常不会高于 SAE 5W-30，而且 SAE 5W-40 机油中需要更多的非分散型 VM。因此，这种延伸是不允许的。

F.2 乘用车机油的 VGR 要求

F.2.1 综述

对于乘用车发动机机油，获得粘度等级延伸的资格要求满足 F.2.1.1 至 F.2.1.4 中详述的标准。

F.2.1.1 混合物必须只使用附录 E 中定义的基础油料。

F.2.1.2 从其他制造商引进的基础油应按照附录 E 进行测试。

F.2.1.3 总性能添加剂组合中相同的洗涤剂（分散剂）-抗氧剂（DI）部分应以相同或更高的浓度用于备用粘度等级机油中。DI 增幅仅限于 ACC 实施规程允许的限值。粘度改性剂、抑泡剂和倾点降低剂的含量可根据 ACC 实施规程进行调整，用于备用粘度等级机油。

F.2.1.4 应遵循 ACC 实施规程和 ASTM 多重试验评估程序的测试惯例。

F.2.2 PCMO 粘度等级的发动机试验延伸表

注：发动机制造商可能不推荐将表 F-2 至表 F-17 中所有粘度等级用于特定的发动机类型。

表 F-2—I、II、III 和 IV 类粘度延伸: L-38/序列 VIII 试验

试验对象	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5W-30	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	NA	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X
10W-30	—	—	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	X	X	NA	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	X	X	X	NA	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-2 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。
5. 表 F-2 中的延伸只适用于轴承重量损失和活塞上清漆情况。
6. 所有多级油必须符合表 F-3 的要求。

被许可人应保持有效的 API 服务类别和 ILSAC 规格的数据，以支持定级性能。CRC L-38/序列 VIII 或 ASTM D6278（通过 30 次）可用于支持表 F-3 中列出的极限值定级要求。

表 F-3—CRC L-38/序列 VIII 试验定级要求

粘度等级	L-38/序列 VIII 在 100°C 下 10 小时的剥离运动粘度 (mm ² /s)，最小	ASTM D6278 (通过 30 次)	
		100°C 时的运动粘度 (mm ² /s)，最小	
XW-16	6.1	5.8	
XW-20	6.9	6.5	
XW-30	9.3	8.5	
XW-40	12.5	11.5	
XW-50	16.3	15.0	
XW-60	21.9	19.8	

表 F-4—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IID 试验

试验对象	可延伸至：													
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50	—
5W-20	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
5W-30	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W	—	—	NA	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X	—
10W-30	—	—	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W-40	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	—
15W-40	—	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	X	X	X	X	NA	X	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	X	X	X	X	NA	X	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	X	—	—	NA	X	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	NA	X	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-4 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-5—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IIIE/IIIF/IIIG/IIIGB 试验

表 F-5 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。粘度改性剂含量必须不超过用于测试的油品中粘度改性剂含量的 1.5 倍。
 2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
 3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
 4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

^a 5W-30 延伸至 5W-20 仅适用于序列 IIIF/IIIG/IIIGB。

表 F-6—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IIIH 试验

表 F-6 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。粘度改性剂的含量不应高于所测试的油品；除了 5W-30 延伸至 10W-40 以外，粘度改性剂的含量必须不超过所测试的油品的 1.5 倍以上。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.3 中描述的要求，则允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-7—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IIIGA

试验对象	可延伸至：				
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40
5W-20	NA	—	X	X	—
5W-30	X	NA	X	X	X
10W-30	—	—	X	NA	X
10W-40	—	—	X	X	NA

表 F-7 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。粘度改性剂含量必须不超过用于测试的油品中粘度改性剂含量的 1.5 倍。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-8—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IVA 试验

试验对象	可延伸至：												
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	NA	—	X	X	—	—	—	X	Xa	Xa	X	X	X
5W-30	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	NA	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X
10W-30	—	—	—	NA	—	X	—	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	—	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	X	—	NA	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	—	—	NA	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-8 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。

2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，则允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

^a如果符合 F.1.4 中的要求，允许延伸。

表 F-9—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IVB 试验非分散型粘度改性剂

试验对象	可延伸至：									
	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40	15W-40	20W-50	
0W-16	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	
0W-20	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	
0W-30	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	
5W-20	—	—	—	NA	X	X	X	X	X	
5W-30	—	—	—	X	NA	X	X	X	X	
10W-30	—	—	—	—	—	NA	X	X	X	
10W-40	—	—	—	—	—	X	NA	X	X	
15W-40	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	

表 F-9 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 没有发现相对粘度改进剂处理水平是影响序列 IVB 性能的、统计学上的重要因素。在 BOI/VGRA 矩阵中评估的相对 VM 治疗水平的范围是 1.0 倍至 1.7 倍。
4. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
5. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-10—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 VE/VG 试验非分散型粘度改性剂

试验对象	可延伸至：												
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	NA	—	X	X	—	—	—	X	—	—	X	X	—
5W-30	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W	—	—	NA	—	—	—	—	X	—	—	X	X	—
10W-30	—	—	—	NA	—	X	—	X	X	X	X	X	—
10W-40	—	—	—	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	—
15W-40	—	—	—	X	—	NA	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	—	—	NA	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-10 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。

表 F-11—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 VE/VG 试验非分散型粘度改性剂 ^a

试验对象	可延伸至：												
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	NA	X	—	X	X	X	X	—	X	X	—	—	—
5W-30	—	NA	—	X ^b	X	X	X	—	X	X	—	—	—
10W	—	—	NA	—	—	—	—	X	—	—	X	X	—
10W-30	—	—	—	NA	X	X	X	—	X	X	—	—	—
10W-40	—	—	—	X	NA	X	X	—	X	X	—	—	—
15W-40	—	—	—	X	X	NA	X	—	X	X	—	—	—
15W-50	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	X	—	—	—
20W	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	X	—	NA	X	—	—	—
20W-50	—	—	—	—	—	—	X	—	—	NA	—	—	—
30	—	—	—	—	—	X	X	—	X	X	NA	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-11 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-12—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 VH 试验非分散型粘度改性剂

试验对象	可延伸至：															
	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
0W-16	NA	—	—	X	—	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
0W-20	X	NA	—	X	X	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
0W-30	X	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5W-20	—	—	—	NA	—	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
5W-30	—	—	—	X	NA	X	X	X	X	—	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	—	—	—	NA	—	—	—	—	X	X	X	X	X	X
10W-30	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	—	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	—	—	—	—	X	NA	X	—	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	X	NA	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	—	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	—	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	NA

表 F-12 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，方能进行粘度等级延伸。

表 F-13—第 I、II、III 和 IV 组黏度等级延伸：序列 VID 试验

试验对象	可延伸至：							
	0W-20	5W-20	0W-30	5W-30	10W-30	0W-40	5W-40	10W-40
0W-20	NA	X1	-	-	-	-	-	-
5W-20	X1	NA	-	-	-	-	-	-
0W-30	X2	X2	NA	X1	X1	-	-	-
5W-30	X2	X2	X1	NA	X1	-	-	-
10W-30	X2	X2	X2	X2	NA	X1	X1	X1
0W-40	-	-	-	-	X1	NA	X1	X1
5W-40	-	-	-	-	X1	X1	NA	X1
10W-40	-	-	-	-	-	X1	X1	NA

表 F-13 的注释：

1. X1 = 如果候选油在 100°C 时的 HTHS (D6616) 小于或等于原试验油，或者候选油在 100°C 时的 HTHS (D6616) 满足以下公式条件，则允许 VGRA。
2. X2 = 如果原始试验油符合 FEI 总和和 FEI2 限值要求，且候选油品在 100°C 时的 HTHS (D6616) 小于或等于原始试验油，则允许 VGRA。

表 F-13 的方程式

如果两个方程都为真，则无需测试：

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI_{\text{总和限值}} - FEI_{\text{原总和}}) / -0.485\} + (H_{\text{原}} * R)$$

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(FEI2_{\text{限值}} - FEI2_{\text{原}}) / -0.227\} + (H_{\text{原}} * R)$$

式中：

$H_{\text{候选}}$	=	按 ASTM D6616 标准测量的 100°C 时候选油的 HTHS
$H_{\text{原}}$	=	按 ASTM D6616 标准测量的 100°C 时原试验油的 HTHS
$FEI_{\text{总和限值}}$	=	指原试验粘度等级的 FEI 总和合格限值
$FEI_{\text{原总和}}$	=	原试验油的 FEI 总和 ($FEI_{\text{原}} + FEI2_{\text{原}}$) 结果
-0.485	=	根据序列 VID 工业矩阵模型得到的 FEI 总和系数
$FEI2_{\text{限值}}$	=	原试验粘度等级的 FEI2 合格限值
$FEI2_{\text{原}}$	=	原试验油的 FEI2 结果
-0.227	=	根据序列 VID 工业矩阵模型得到的 FEI2 系数

注： R = 最新版本的 ASTM D6616 报告的重现率。

用于开发 100°C 时序列 VID 工业矩阵模型 HTHS 范围是 5.44 至 7.68 cP (如果考虑到 D6616 的重现率，则为 5.25 至 7.95 cP)。本信息供参考。其并不限制负责确保各经许可的发动机机油满足所有发动机和台架试验性能要求的营销商对指南的应用。

示例 1: (该示例说明了脚注 X1 的应用——在同一序列 VID 限值下, 延伸至另一个粘度等级, 此时候选油 100°C 时的 HTHS 小于或等于 100°C 时原试验油的 HTHS。)

一个是合格的 0W-20 油, 100°C 时 HTHS 为 5.71 cP。能否通过 100°C 时的 HTHS 值——5.71 cP——将其延伸至 5W-20 级油? 答案是肯定的, 因为 100°C 时 HTHS 的值是相等的。

示例 2: (该示例说明了脚注 X1 的应用——在同一序列 VID 限值下, 延伸至另一个粘度等级, 此时候选油高于 100°C 时原试验油的 HTHS。)

一个是合格的 0W-20 油, 100°C 时 HTHS 为 5.71 cP。能否通过 100°C 时的 HTHS 值——6.08 cP——将其延伸至 5W-20 级油? 为了确定这种延伸是否可能, 必须满足方程 F.1.0 的条件。0W-20 原结果是 FEI_{总和} 和 FEI2 分别为 2.69 和 1.51。5W-20 候选油在 100°C 时的 HTHS 必须等于或小于方程中的数值。

$$A = FEI_{\text{总和}} \text{HTHS} = 5.71 + \{(2.6-2.69)/-0.485\} + (5.71 * 0.035) = 6.10 \text{ cP}$$

$$B = FEI2 \text{HTHS} = 5.71 + \{(1.2-1.51)/ -0.227\} + (5.71 * 0.035) = 7.28 \text{ cP}$$

候选 5W-20 机油在 100°C 时的 HTHS 为 6.08cP, 低于计算值 A 或 B, 因此允许将从 0W-20 至 5W-20 的 VGRA。

示例 3: (该示例说明了脚注 X2 的应用——当较重等级的序列 VID 结果符合较轻等级的序列 VID 限值时, 可将较重粘度等级延伸至较轻粘度等级。)

其中一个是 10W-30 的序列 VID 结果: FEI_{总和} 为 2.62, FEI2 为 1.34; 该 10W-30 油在 100°C 时的 HTHS 为 7.48 cP。这些序列 VID 结果符合 0W-20 和 5W-20 序列 VID 限制 (FEI_{总和} 最小值为 2.6, 而 FEI2 最小值为 1.2), 并且超过了 0W-30 和 5W-30 序列 VID 限制 (FEI_{总和} 最小值为 1.9, FEI2 最小值为 0.9)。现在只要其他粘度等级在 100°C 时的 HTHS 小于 7.48 cP (即受测 10W-30 在 100°C 时的 HTHS), 则可以将 10W-30 延伸至使用相同用技术配制的 0W-20、5W-20、0W-30 和 5W-30。

示例 4: (该示例说明了脚注 X1 的应用——将 5W-30 延伸至 10W-30。)

其中之一为 5W-30 级油, 100°C 时的 HTHS 粘度为 6.66 cP。该 5W-30 机油已经通过了序列 VID, 结果为: FEI_{总和} 为 2.06, FEI2 为 0.96。这些数值符合 5W-30 序列 VID 的限值: FEI_{总和} 最小值为 1.9, 而 FEI2 最小值为 0.9。10W-30 候选油在 100°C 时的 HTHS 为 7.22 cP。现在可以对使用 F.1.0 中的方程延伸至该 10W-30 进行评估。

$$A = FEI_{\text{总和}} \text{HTHS} = 6.66 + \{(1.9-2.06)/-0.485\} + (6.66 * 0.035) = 7.22 \text{ cP}$$

$$B = FEI2 \text{HTHS} = 6.66 + \{(0.90-0.96)/ -0.227\} + (6.66 * 0.035) = 7.16 \text{ cP}$$

为将 5W-30 延伸至 10W-30, 10W-30 在 100°C 时的 HTHS 必须小于或等于 A 和 B。候选 10W-30 在 100°C 时的 HTHS

为 7.22 cP，等于 $\text{FEI}_{\text{总和}}$ 方程式中的 A (7.22 cP)，但大于由 FEI2 方程得出的 B (7.16 cP)。由于没有进一步考虑到测试的重现率，所以不允许此类延伸。但是，如果 10W-30 被重新配制成 100°C 时的 HTHS 小于或等于 7.16 cP，则允许对 5W-30 进行延伸。

表 F-14—第 I、II、III 和 IV 组粘度等级延伸：序列 VI E 试验

试验对象	可延伸至：								
	0W-20	5W-20	0W-30	5W-30	10W-30	0W-40	5W-40	10W-40	
0W-20	NA	X1	-	-	-	-	-	-	-
5W-20	X1	NA	-	-	-	-	-	-	-
0W-30	X2	X2	NA	X1	X1	-	-	-	-
5W-30	X2	X2	X1	NA	X1	-	-	-	-
10W-30	X2	X2	X2	X2	NA	X1	X1	X1	
0W-40	-	-	-	-	X1	NA	X1	X1	
5W-40	-	-	-	-	X1	X1	NA	X1	
10W-40	-	-	-	-	-	X1	X1	X1	NA

表 F-14 的注释：

- 破折号 (-) 表示不允许延伸；NA=不适用。
- $X1 =$ 如果候选油在 150°C 时的 HTHS (D4683) 小于或等于原试验油，或者候选油在 150°C 时的 HTHS (D4683) 满足以下公式条件，则允许 VGRA。
- $X2 =$ 如果原始试验油符合 $\text{FEI}_{\text{总和}}$ 和 FEI2 限值要求，且候选油品在 150°C 时的 HTHS (D4683) 小于或等于原始试验油，则允许 VGRA。

表 F-14 的方程式

如果候选油在 150°C 时 HTHS 大于原合格油在 150°C 下的 HTHS，且如果以下两个方程式都成立，则不需要测试：

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(\text{FEI}_{\text{总和限值}} - \text{FEI}_{\text{原总和}}) / -0.733\} + R$$

$$H_{\text{候选}} \leq H_{\text{原}} + \{(\text{FEI2}_{\text{限值}} - \text{FEI2}_{\text{原}}) / -0.246\} + R$$

式中：

$H_{\text{候选}}$	=	按 ASTM D4683 标准测量的 150°C 时候选油的 HTHS
$H_{\text{原}}$	=	按 ASTM D4683 标准测量的 150°C 时原试验油的 HTHS
$\text{FEI}_{\text{总和限值}}$	=	原试验粘度等级的 $\text{FEI}_{\text{总和}}$ 合格限值
$\text{FEI}_{\text{原总和}}$	=	原试验油的 $\text{FEI}_{\text{总和}}$ ($\text{FEI1}_{\text{原}} + \text{FEI2}_{\text{原}}$) 结果
$\text{FEI2}_{\text{限值}}$	=	原试验粘度等级的 FEI2 合格限值
$\text{FEI2}_{\text{原}}$	=	原试验油的 FEI2 结果
R	=	最新版 ASTM D4683 中报告的重现率，当前

$$\text{ASTMD4683-17 中, } R=0.03207 \times H_{\text{原}} + 0.0389$$

表 F-15—II、III 和 IV 类粘度延伸：序列 IX 试验

试验对象	可延伸至：					
	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30
0W-16	NA	X	X	X	X	X
0W-20	X	NA	X	X	X	X
0W-30	X	X	NA	X	X	X
5W-20	X	X	X	NA	X	X
5W-30	X	X	X	X	NA	X
10W-30	X	X	X	X	X	NA

对某一给定技术而言，括号内的两个合格配方可用于免除额外的粘度等级测试。如果候选基础油 100°C 时的粘度在两个合格配方基础油 100°C 时的粘度范围内，则允许 VGRA。此外，粘度改性剂含量必须比用于支持 VGRA 支架的油品中的最高粘度改性剂含量高出不超过 1.5 倍。这种方法适用于基础油料为 II 类、III 类和 IV 类的配方。含有 I 类和/或 V 类基础油料的机油所含的基础油料必须与成品混合油中所含的基础油料相同，且量也相等，以便应用粘度等级延伸。

示例：

	矩阵油 1	矩阵油 2	候选油 A	候选油 B
100°C 时基础油粘度, cSt	4.6	10.9	9.0	12.4
序列 IX	通过	通过		
是否需要试验？			否	是
理由			配方属于基础油粘度范围	配方不属于基础油粘度范围

表 F-16—I、II、III 和 IV 类粘度等级延伸：序列 X 试验

试验对象	可延伸至：						
	0W-16	0W-20	5W-20	5W-30	5W-40	10W-30	10W-40
0W-16	NA	X	X	X	X	X	X
0W-20	X	NA	X	X	X	X	X
5W-20	X	X	NA	X	X	X	X
5W-30	X	X	X	NA	X	X	X
5W-40	X	X	X	X	NA	X	X
10W-30	X	X	X	X	X	NA	X
10W-40	X	X	X	X	X	X	NA

表 F-16 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。

3. 如果符合 F.1.4 中描述的要求，允许新粘度等级和相关延伸。
4. BOI/VGRA 矩阵测试是用含有各种粘度改性剂的油进行的。还测试了不含粘度改性剂的油。在配方中加入 2.5 倍粘度改性剂或不加入粘度改性剂的油品测试显示，在统计上与原始油品没有区别。
5. 含有 I 类和/或 V 类油料的受测配方所含的基础油料必须与成品混合油中所含的基础油料相同，且量也相等，以便应用粘度等级延伸。

^a允许对具有相同或更高浓度的分散型粘度改性剂的配方进行延伸。

^b在分散型粘度改性剂浓度低于 5W-30 的情况下，允许 10W-30 延伸，前提是在 DI 处理保持不变时，也能获得合格的 SAE 30。

F.3 柴油发动机机油的 VGR 要求

F.3.1 综述

对于重型发动机机油，获得粘度等级延伸的资格要求满足 F.3.1.1 至 F.3.1.4 中详述的标准。

F.3.1.1 混合物必须只使用附录 E 中定义的基础油料。

F.3.1.2 从其他制造商引进的基础油应按照附录 E 进行测试。

F.3.1.3 总性能添加剂组合中相同的洗涤剂（分散剂）-抗氧剂（DI）部分应以相同或更高的浓度用于备用粘度等级机油中。DI 增幅仅限于 ACC 实施规程允许的限值。粘度改性剂、抑泡剂和倾点降低剂的含量可根据 ACC 实施规程进行调整，用于备用粘度等级机油。

F.3.1.4 应遵循 ACC 实施规程和 ASTM 多重试验评估程序的测试惯例。

表 F-17—柴油发动机机油 I、II、III 和 IV 类粘度等级延伸

除非表 F-1 允许，否则不允许对本表未明确涵盖的粘度等级进行延伸。

性能试验	自 SAE	至 SAE
1K	10W-40	10W-30、15W-40、15W-50
	15W-40	10W-30、20W-40、20W-50
	30	10W、20W、40、10W-30、15W-40、20W-50
	40	10W、20W、30、10W-30、15W-40、20W-50
1N	15W-40	10W-30、20W-40、20W-50
	20W-20 ^a	10 W
	30	10W、20W-20 ^a
	40	10W、20W-20 ^a 、30
1P	50	10W、20W-20 ^a 、30、40
	10W-30	15W-40、20W-40、20W-50

表 F-17—柴油发动机机油 I、II、III 和 IV 类粘度等级延伸（续表）

除非表 F-1 允许，否则不允许对本表未明确涵盖的粘度等级进行延伸。

性能试验	自 SAE	至 SAE
	10W-40	10W-30、15W-40、15W-50、20W-40、20W-50
	15W-40	20W-40, 20W-50
	15W-50	15W-40、20W-40、20W-50
1R	10W-30	15W-40
	10W-40	10W-30、15W-40、15W-50
C13	10W-30	15W-40
	10W-40	10W-30, 15W-40
	15W-50	15W-40
CBT	10W-30	15W-40
COAT	15W-40	10W-30, 10W-40
	10W-40	10W-30
弹性体相容性	10W-30	15W-40
	15W-40	10W-30
HTCBT	见 F.4.5	
M11HST	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
M11EGR	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
ISB	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
ISM	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
T-8、T-8A 且 T-8E ^b	15W-40	10W-30、10W-40、15W-50
T-9 ^c	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
	15W-40	15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
T-10	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
	15W-40	15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
T-10A	15W-40	0W-XX、5W-XX、10W-XX
T-11 ^e	10W-30	10W-40
	10W-40	10W-30
	15W-40	10W-30、10W-40、15W-50
	15W-50	10W-30、10W-40、15W-40
	20W-40	10W-30、10W-40、15W-40、15W-50、20W-50
	20W-50	10W-30、10W-40、15W-40、15W-50、20W-40

表 F-17—柴油发动机机油 I、II、III 和 IV 类粘度等级延伸（续表）

除非表 F-1 允许，否则不允许对本表未明确涵盖的粘度等级进行延伸。

性能试验	自 SAE	至 SAE
T-11A	15W-40	0W-XX、5W-XX、10W-XX
T-12	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
	15W-40	15W-50、20W-40 ^d 、20W-50 ^d
T-12A	15W-40	0W-XX、5W-XX、10W-XX
T-13	10W-30	10W-40, 15W-40
	10W-40	10W-30, 15W-40
	15W-40	10W-30, 10W-40
(接下页)		
EOAT	10 W	10W-30、15W-40、15W-50
	10W-30	10W、15W-40、15W-50
	15W-40	10W、10W-30、15W-50
	15W-50	10W、10W-30、15W-40
	40	10W、30、10W-30、15W-40、15W-50
RFWT	10W-30	10W-40、15W-40、15W-50、20W-40、20W-50、30、40、50
	15W-40	15W-50、20W-40、20W-50、40、50

表 F-17 的注释：

1. 本表最初于 1992 年 1 月 1 日生效。发动机制造商可能不推荐将表中所示的所有粘度等级用于特定的发动机类型。
2. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。

^a这些延伸也适用于 SAE 20 和 SAE 20W 单级油。

^b用 T-8A 或 T-8E 数据来验证烟尘处理性能的 CF-4 试验程序必须使用 T-7 粘度等级延伸指南。

^c用 T-9 数据验证发动机磨损性能的 CF-4 试验程序必须使用 T-6 粘度等级延伸指南。

^d只要新候选油中的饱和度等于或高于原候选油，并且在测试的精度范围内，且含硫量等于或低于原候选油。

^e试验与最终配方的基础油饱和烃含量必须符合附录 E 内的指南规定，且当使用分散型粘度改性剂（DVM）时，最终配方内的 DVM 水平必须等于或高于试验油内的水平。

F.4 台架试验 VGRA

F.4.1 均质性和可混合性 (H&M) (ASTM D6922) 以及 EOFT (ASTM D6795)

核心数据集需要进行均质性和可混合性 (H&M) (ASTM D6922) 以及发动机油过滤性【EOFT (ASTM D6795)】测试（核心数据集的定义见 ACC 实施规程），然后允许在同一基础油料体系内对所有其他粘度等级进行延伸。

F.4.2 EOWTT (ASTM D6794)

必须对具有最高添加剂 (DI/VM) 组合的配方进行发动机机油耐水试验【EOWTT (ASTM D6794)】。然后将结果延伸至所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VM) 组合的基础油/黏度等级配方。必须检验每种不同的 (DI/VM) 组合。

F.4.3 球体锈蚀试验 (ASTM D6557)

如果在核心数据集中有一次球体锈蚀试验 (BRT) (ASTM D6557) 的合格记录，则按照 ACC 实施规程的规定，允许对所有其他粘度等级和基础油体系进行延伸。

F.4.4 乳液保持度 (ASTM D7563)

对于用 II 类和/或 III 类基础油料配制的油品，仅要求对最高添加剂 (DI/VM) 浓度的情况进行乳液保持度 ASTM D7563 测定。允许对所有其他 II 类、III 类以及使用相同或更低浓度的相同添加剂 (DI/VM) 组合的 II 类和 III 类基础油/黏度等级配方进行延伸。如果用 PPD 型换 DI/VM 组合，则需要进行测试。

F.4.5 高温腐蚀台架试验 (ASTM D6594)

如果在核心数据集有一次高温腐蚀台架试验 (HTCBT) (ASTM D6594) 的合格记录，则按照 ACC 实施规程的规定，允许对所有其他粘度等级和基础油体系进行延伸。

F.4.6 TEOST 试验 (方法 33) (ASTM D6335)

表 F-18—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：TEOST 试验 (方法 33)

试验对象	可延伸至：							
	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40	15W-40	20W-40	20W-50	单一级别
5W-20	NA	X						
5W-30	X	NA	X	X	X	X	X	X
10W-30	—	—	NA	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	X	NA	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	—	NA	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	NA	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	X	NA	X

表 F-18 的注释：

1. X = 对于根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用而确定的粘度等级，允许进行延伸。
2. 单级定义是：SAE 10W、SAE 20W、SAE 30、SAE 40 和 SAE 50。
3. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。

4. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。
5. 如果相关粘度等级不在表中，那么必须执行 TEOST 试验方法 33。

F.4.7 TEOST MHT-4 试验 (ASTM D7097)

表 F-19—I、II、III 和 IV 类粘度延伸：TEOST MHT-4

试验对象	可延伸至：												
	5W-20	5W-30	10 W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20 W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	NA	X	—	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
5W-30	X	NA	—	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
10W	—	—	NA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10W-30	X	X	—	NA	X	X	X	—	—	—	—	—	—
10W-40	X	X	—	X	NA	X	X	—	—	—	—	—	—
15W-40	—	—	—	X	X	NA	X	—	—	—	—	—	—
15W-50	—	—	—	X	X	X	NA	—	—	—	—	—	—
20W	—	—	X	—	—	—	—	NA	—	—	—	—	—
20W-40	—	—	—	X	X	X	X	—	NA	X	—	—	—
20W-50	—	—	—	X	X	X	X	—	X	NA	—	—	—
30	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	NA	—	—
40	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	X	NA	—
50	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	X	X	NA

表 F-19 的注释：

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
2. 破折号（—）表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。
4. 如果相关粘度等级不在表中，那么必须执行 TEOST MHT-4。
5. 此表背后的原则是，基础油的粘度越高，性能越差，而 VM 级不一定有害。

F.4.8 PCMO 弹性体相容性试验 (ASTM D7216 附录 2A)

表 F-20—II 类和 III 类粘度延伸: PCMO 弹性体相容性试验⁴

(ASTM D 7216 附录 2A)

试验对象	可延伸至:					
	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40
0W-20	NA	X	X	X	X	X
0W-30	X	NA	X	X	X	X
5W-20	X	X	NA	X	X	X
5W-30	X	X	X	NA	X	X
10W-30	X	X	X	X	NA	X
10W-40	X	X	X	X	X	NA

对于上表中未列出的粘度等级，在某一技术中括号内的两个合格配方可以用来免除额外的测试。如果候选基础油 100°C 时的粘度在两个合格配方基础油 100°C 时的粘度范围内，则允许 VGRA。

示例:

	矩阵油 1	矩阵油 2	候选油 A	候选油 B
100°C 时基础油粘度, cSt	4.6	10.9	9.0	12.4
D7216 A2 结果	通过	通过		
是否需要试验?			否	是
理由			配方属于基础油粘度范围	配方不属于基础油粘度范围

F.4.9 ROBO 试验 (ASTM D7528)

表 F-21—I、II、III 和 IV 类粘度延伸: ROBO 试验⁵

试验对象	可延伸至:									
	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	5W-40	10 W	10W-30	10W-40	
0W-16	NA	X	-	X	X	-	-	-	-	-
0W-20	X	NA	-	X	X	X	-	-	-	-
0W-30	X	X	NA	X	X	-	-	-	-	-
5W-20	-	-	-	NA	-	-	X	X	-	-
5W-30	-	-	-	X	NA	-	X	X	X	-
5W-40	-	-	-	X	X	NA	-	-	-	-
10W-30	-	-	-	-	-	-	X	NA	X	-
10W-40	-	-	-	-	-	-	X	X	NA	-

⁴根据 5106 投票进行改进⁵按表决 5108 进行说明

表 F-21 的注释:

1. X = 根据 API BOI/VGRA 工作组和 API 润滑油标准工作组批准的数据和一些技术原则的应用，允许对确定的粘度等级进行延伸。
粘度改性剂含量必须不超过用于测试的油品中粘度改性剂含量的 1.5 倍。
2. 破折号 (—) 表示不允许延伸；NA=不适用。
3. 含有 V 类油料的受测配方所含的 V 类基础油料（例如：酯类）必须与成品混合油中所含的 V 类基础油料相同，且量也相等，以便进行粘度等级延伸。

附录 G

API SH、SJ、SL、SM 和 SN 服务类别要求（按粘度等级划分）¹

G.1 API 服务类别 SJ

表 G-1—API SJ 服务类别要求（按粘度等级划分）

发动机试验要求 ^a —所有粘度等级	
ASTM D5844 (序列 IID)	
发动机锈蚀平均评分	8.5 (最小)
挺杆粘结数	无
或	
ASTM D6557 ^b (球锈试验)	
平均灰度值	100 (最小)
ASTM D5533 (序列 IIIE)	
40°C 时达到 375% 运动粘度增加所用的小时数	64 (最小)
发动机机油泥平均评分	9.2 (最小)
活塞裙漆膜平均评分	8.9 (最小)
环岸沉积物平均评分	3.5 (最小)
挺杆粘结	无
磨损	
凸轮或挺杆磨损	无
凸轮与挺杆磨损, mm	
平均	30 (最大)
最大	64 (最大)
环粘结 (与油相关)	无
或	
ASTM D6984 (序列 IIIF)	
运动粘度, 40°C 时的增长速度%	325 (最大)
活塞裙漆膜平均评分	8.5 (最小)
加权活塞沉积评分	3.2 (最小)
凸轮与挺杆磨损筛选平均数, mm	20 (最大)
热粘环	无
或	
ASTM D7320 (序列 IIIG)	
运动粘度, 40°C 时的增长速度%	150 (最大)
加权活塞沉积评分	3.5 (最小)
凸轮与挺杆磨损平均, μm	60 (最大)

¹API SH 在第 18 版出版时已从该表中撤消。

表 G-1—API SJ 服务类别要求（按粘度等级划分）（续表）

发动机试验要求 ^a ——所有粘度等级	
热粘环	无
或	
ASTM D8111 (序列 IIH 60/70 小时准则)	
60 运动粘度, 40°C 时的增长速度%	307 (最大)
70 平均加权活塞沉积, 加分	2.5 (最小)
70 活塞裙漆膜平均评分, 加分	7.5 (最小)
ASTM D5302 (序列 VE)	
发动机机油泥平均评分	9.0 (最小)
摇臂盖油泥评分	7.0 (最小)
活塞裙漆膜平均评分	6.5 (最小)
发动机平均漆膜评分	5.0 (最小)
油环阻塞, %	报告
滤油网堵塞, %	20.0 (最大)
压缩环粘结 (热粘结)	无
凸轮磨损, mm	
平均	127 (最大)
最大	380 (最大)
ASTM D6891 (序列 IVA) 加 ASTM D6593 (序列 VG ^b)	
平均凸轮磨损, μm	120
发动机机油泥平均评分	7.8 (最小)
摇臂盖油泥评分	8.0 (最小)
活塞裙漆膜平均评分	7.5 (最小)
发动机平均漆膜评分	8.9 (最小)
滤油网堵塞, %	20 (最大)
热粘压缩环	无
或	
ASTM D6891 (序列 IVA) 加 ASTM D8256 (序列 VH)	
平均发动机机油泥, 加分	7.4 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.4 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.4 (最小)
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告
热粘压缩环	无
ASTM D5119 (L-38)	
轴承重量损失, mg	40 (最大)
剪切稳定性	c
或	
ASTM D6709 (序列 VIII)	
轴承重量损失, mg	26.4 (最大)
剪切稳定性	c

台架试验和测量参数 ^a	粘度等级性能标准	
	SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 5W-	其他所有 ^d
	30、SAE 10W-30	
ASTM D5800 挥发性损失, %max ^e	22	20 ^f
ASTM D6417 371°C (700°F) 度时的挥发性损失, 最大% ^e	17	25 ^e
ASTM D5480 371°C (700°F) 度时的挥发性损失, 最大% ^e	17	15 ^f
ASTM D6795, %流量损失, 最大	50	50
ASTM D6794, %流量损失, 最大	报告	报告
含 0.6% 的水	报告	报告
含 1.0% 的水	报告	报告
含 2.0% 的水	报告	报告
含 3.0% 的水	报告	报告
ASTM D4951 或 D5185 磷质量百分比, 最大	0.10 ^g	NR
ASTM D92 闪点, °C 最小 ^h	200	NR
ASTM D93 闪点, °C min ^h	185	NR
ASTM D892 发泡倾向 (选项 A)		
序列 I, 最大, 发泡/沉淀 ⁱ	10/0	10/0
序列 II, 最大, 发泡/沉淀 ⁱ	50/0	50/0
序列 III, 最大, 发泡/沉淀 ⁱ	10/0	10/0
ASTM D6082 (要求可选混合), 静态最大发泡, 倾向/稳定	200/50 ^j	200/50 ^j
ASTM D6922, 均质性和可混合性	k	k
L-38 或序列 VIII 剪切稳定性	l	l
ASTM D6335 高温沉积物 (TEOST), 沉积物重量, mg, 最大	60	60
ASTM D5133 最大胶溶指数 ^b	12	NR
ASTM D4683、D4741 或 D5481, 高温/高剪切力	NR	2.6
150°C 时的粘度, mPa·s, 最小		

注: 所有润滑油必须符合最新版 SAE J300 的要求; NR=不需要。

^a试验和限值基于 ASTM D4485

^b如果 CI-4、CJ-4、CK-4 类和/或 FA-4 类在“S”类之前且没有 API 认证标志, 则无需进行序列 VG (ASTM D6593)、球锈 (ASTM D6557) 和胶溶指数 (ASTM D5133) 试验。

^c10 小时剥离运动粘度 (油应保持在原始粘度等级)。

^d不包含 SAE 0W-16 和 5W-16。

^e试验方法 D5800、试验方法 D5480 或试验方法 D6417 应满足挥发性要求。只需其中一个程序的通过结果。

^fSAE 15W-40 润滑油只需通过挥发性损失性能。

^g此为 ASTM D3244 中所述的非关键性规范。

^h应满足试验方法 D92 或试验方法 D93 闪点要求。

ⁱ10 分钟时测定的沉淀量。

^j1 分钟时测定的沉淀量。

^k与 SAE 参考油同质。

^l除 XW-20 以外，10 小时剥离运动粘度必须保持在原始 SAE 粘度等级，XW-20 必须保持在 $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

G.2 API 服务类别 SL

表 G-2—API SL 服务类别要求（按粘度等级划分）

发动机试验要求 ^a ——所有粘度等级	
ASTM D6984 (序列 IIIF)	
运动粘度, 40°C 时的增长速度%	275 (最大)
活塞裙漆膜平均评分	9.0 (最小)
加权活塞沉积评分	4.0 (最小)
凸轮与挺杆磨损筛选平均数, mm	20 (最大)
热粘环	无
低温粘度性能	报告
或	
ASTM D7320 (序列 IIIG)	
运动粘度, 40°C 时的增长速度%	150 (最大)
加权活塞沉积评分	3.5 (最小)
凸轮与挺杆磨损平均, μm	60 (最大)
热粘环	无
低温粘度性能	报告
或	
ASTM D8111 (序列 IIIH 70 小时准则)	
70 h 运动粘度, 40°C 时的增长速度%	181 (最大)
70 h 平均加权活塞沉积, 加分	3.3 (最小)
70 h 活塞裙漆膜平均评分, 加分	7.9 (最小)
ASTM D6891 (序列 IVA)	
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), μm	120 (最大)
ASTM D5302 (序列 VE) ^b	
平均凸轮磨损, μm	127 (最大)
凸轮磨损, μm	380 (最大)
ASTM D6593 (序列 VG ^c)	
发动机机油泥平均评分	7.8 (最小)
摇臂盖油泥评分	8.0 (最小)
活塞裙漆膜平均评分	7.5 (最小)
发动机平均漆膜评分	8.9 (最小)
滤油网堵塞, %	20 (最大)
热粘压缩环	无
滤油网堵塞, %	20 (最大)
热粘压缩环	无

表 G-2—API SL 服务类别要求（按粘度等级划分）（续表）

发动机试验要求 ^a——所有粘度等级

冷粘环	报告
滤油网碎屑, %	报告
油环阻塞, %	报告
或	
ASTM D8256 (序列 VH)	
平均发动机机油泥, 加分	7.4 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.4 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.4 (最小)
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告
热粘压缩环	无
ASTM D6709 (序列 VIII)	
轴承重量损失, mg	26.4 (最大)
剪切稳定性	e

台架试验和测量参数 ^a	台架试验和测量参数	
	SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30、SAE 10W-30	其他所有 ^e
ASTM D6557 (球锈试验), 平均灰值, 最小 ^e	100	100
ASTM D5800 挥发性损失, 最大%	15	15
ASTM D6417 371°C (700°F) 度时的挥发性损失, 最大%	10	10
ASTM D6795, %流量损失, 最大	50	50
ASTM D6794, %流量损失, 最大		
含 0.6%的水	50	50
含 1.0%的水	50	50
含 2.0%的水	50	50
含 3.0%的水	50	50
ASTM D4951 或 D5185 磷质量百分比, 最大 ^f	10 ^g	NR
ASTM D892 发泡倾向 (选项 A)		
序列 I, 最大, 发泡/沉淀 ^h	10/0	10/0
序列 II, 最大, 发泡/沉淀 ^h	50/0	50/0
序列 III, 最大, 发泡/沉淀 ^h	10/0	10/0
ASTM D6082 (要求可选混合), 静态最大发泡, 倾向/稳定 ⁱ	100/0	100/0
ASTM D6922, 均质性和可混合性	j	j
序列 VIII 剪切稳定性	k	k
ASTM D7097, 高温沉积物 (TEOSTTEOST), 沉积物重量, mg, 最大	45	45
ASTM D5133 最大胶溶指数 ^b	12 ^l	NR
ASTM D4683、D4741 或 D5481, 高温/高剪切力 150°C 时的粘度, mPa·s, 最小	NR	2.6

^a试验和限值基于 ASTM D4485^b对于至少含有质量百分比为 0.08%二烷基二硫代磷酸锌 (ZDDP) 形式磷的润滑油, 不需要。^cCI-4、CJ-4、CK-4 类和/或 FA-4 类在 “S” 类之前且没有 API 认证标志, 则无需进行序列 VG (ASTM D6593)、球锈 (ASTM

D6557) 和胶溶指数 (ASTM D5133) 试验。

^a试验和限值基于 ASTM D4485

^e不包含 SAE 0W-16 和 5W-16。

^f对于所有粘度等级而言：如果 CH-4、CI-4 和 CJ-4 类别在 “S” 类之前且没有 API 认证标志，则磷的限制不适用。但 CJ-4 的磷和硫限制不适用于 CJ-4 润滑油。如果还要求进行 CK-4 或 FA-4，则本脚注不适用。请注意，这些润滑油的配制主要用于柴油发动机，可能无法提供符合车辆制造商的汽油燃料发动机建议的所有性能要求。

^g此为 ASTM D3244 中所述的非关键性规范。

^h10 分钟时测定的沉淀量。

ⁱ1 分钟时测定的沉淀量。

^j与 AE 参考油同质。

^k除 XW-20 以外，10 小时剥离运动粘度必须保持在原始 SAE 粘度等级，XW-20 必须保持在 $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

^l对于 SAE J300 中定义的 W 级泵送温度或以上的胶溶温度。

G.3 API 服务类别 SM

表 G-3—API SM 服务类别要求

	粘度等级性能要求	
发动机试验要求 ^a	SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30, SAE 10W-30	其他所有 ^b
ASTM D7320 (序列 IIIG)		
运动粘度 40°C 时, %	150 (最大)	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	3.5 (最小)	3.5 (最小)
热粘环	无	无
平均凸轮与挺杆磨损, μm	60 (最大)	60 (最大)
或		
ASTM D8111 (序列 IIIH)		
运动粘度 40°C 时, %	150 (最大)	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	3.2 (最小)	3.2 (最小)
热粘环	无	无
ASTM D4684 (序列 IIIGA)、ASTM D8111 (序列 IIIHA) 或 ASTM D7528 (ROBO)		
评估 ASTM D4684 (MRV TP-1) 方法 ASTM 序列 IIIGA 试验中的 EOT 润滑油	EOT 样本的 ASTM D4684 粘度必须符合原始等 级或下一更高等级的要求	NR
ASTM D6891 (序列 IVA)		

表 G-3—API SM 服务类别要求 (续表)

发动机试验要求 ^a	粘度等级性能要求	
	SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30, SAE 10W-30	其他所有 ^b
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), μm	90 (最大)	90 (最大)
ASTM D6593 (序列 VG) ^c		
平均发动机机油泥, 加分	7.8 (最小)	
平均摇臂盖油泥, 加分	8.0 (最小)	
发动机平均漆膜, 加分	8.9 (最小)	
活塞裙平均漆膜, 加分	7.5 (最小)	
滤油网油泥, 面积%	20 (最大)	
滤油网碎屑, 面积%	评估和报告	
热粘压缩环	无	
冷粘环	评估和报告	
油环堵塞, 面积%	评估和报告	
从动销磨损, 气缸 8, 平均, μm	评估和报告 ^d	
环间隙增加, 气缸 1 和 8, 平均, μm	评估和报告 ^d	
或		
ASTM D8256 (序列 VH)		
平均发动机机油泥, 加分	7.4	7.4
平均摇臂盖油泥, 加分	7.4	7.4
发动机平均漆膜, 加分	8.6	8.6
活塞裙平均漆膜, 加分	7.6	7.6
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告	评估和报告
热粘压缩环	无	无
ASTM D6709 (序列 VIII)		
轴承重量损失, mg	26 (最大)	26 (最大)
ASTM D6557 (球锈试验), 平均灰值, 最小 ^c	100	100
ASTM D5800, 蒸发损失, 250°C 下持续 1 小时, %最大 ^e	15	15
ASTM D6417, 371°C 下模拟蒸馏, 最大%	10	10
ASTM D6795, EOFT, %流量损失, 最大	50	50
ASTM D6794, EOWTT, %流量损失, 最大		
含 0.6% 的水	50	50
含 1.0% 的水	50	50
含 2.0% 的水	50	50
含 3.0% 的水	50	50

表 G-3—API SM 服务类别要求（续表）

发动机试验要求 ^a	粘度等级性能要求		
	SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30, SAE 10W-30	其他所有 ^b	
ASTM D4951 或 D5185, 磷质量百分比, 最大 ^f	0.08 ^f	NR	
ASTM D4951 或 D5185 磷质量百分比, 最小 ^f	0.06 ^g	0.06 ^g	
ASTM D4951、D5185 或 D2622, 含硫量质量百分比, 最大 ^f			
SAE 0W-20、0W-30、5W-20 和 5W-30	0.5 ^g	NR	
SAE 10W-30	0.7 ^g	NR	
ASTM D892 (选项 A), 发泡倾向			
序列 I, mL, 最大, 倾向/稳定性 ^h	10/0	10/0	
序列 II, mL, 最大, 倾向/稳定性 ^h	50/0	50/0	
序列 III, mL, 最大, 倾向/稳定性 ^h	10/0	10/0	
ASTM D6082 (选项 A), 高温发泡 mL, 最大, 倾向/稳 定 ⁱ	100/0	100/0	
ASTM D6922, 均质性和可混合性	j	j	
ASTM D6709, (序列 VIII) 剪切稳定性	k	k	
ASTM D7097, TEOST MHT, 高温沉积物, 最大沉积物 重量, mg ^f	35	45	
ASTM D5133, 最大胶溶指数 ^c	12 ^l	NR	
ASTM D4683、D4741 或 D5481, 高温/高剪切力 150°C 时的粘度, mPa·s, 最小	NR	2.6	

^a试验和限值基于 ASTM D4485。^b不包含 SAE 0W-16 和 5W-16。^cCI-4、CJ-4、CK-4 类和/或 FA-4 类在“S”类之前且没有 API 认证标志，则无需进行序列 VG (ASTM D6593)、球锈 (ASTM D6557) 和胶溶指数 (ASTM D5133) 试验。^dASTM 监督专家组每年审查一次统计数据。^e允许 ASTM D5800 中规定的计算转换。^f对于所有粘度等级而言：如果 CH-4、CI-4 和/或 CJ-4 类别在“S”类之前且没有 API 认证标志，则磷、硫和 TEOST MHT 的限制不适用。但 CJ-4 的磷和硫限制不适用于 CJ-4 润滑油。如果还要求进行 CK-4 或 FA-4，则本脚注不适用。请注意，上述“C”类润滑油的配制主要用于柴油发动机，可能无法提供符合车辆制造商的汽油燃料发动机建议的所有性能要求。^g此为 ASTM D3244 中所述的非关键性规范。^h经过 10 分钟沉淀期。ⁱ经过 1 分钟沉淀期。^j保持均质性，混合 ASTM 参考油之后，保持混合性。^k除 XW-20 以外，10 小时剥离运动粘度必须保持在原始 SAE 粘度等级，XW-20 必须保持在 $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。^l在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C，或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估，以先发生者为准。

G.4 API 服务类别 SN (和相关分类)

表 G-4—API 服务类别 SN、带“资源节约”标志的 API SN 以及带 SN PLUS 的 API SN 的要求

	API SN	API SN	API SN, 带“资源节约”
SAE 0W-16、SAE 5W-16、SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30、SAE 10W-30		其他粘度等级	所有粘度等级
<hr/>			
发动机试验要求 ^a			
ASTM D7320 (序列 IIIG)			
运动粘度@40°C, %	150 (最大)	150 (最大)	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	4.0 (最小)	4.0 (最小)	4.0 (最小)
热粘环	无	无	无
平均凸轮加挺杆磨损, μm	60 (最大)	60 (最大)	60 (最大)
或			
ASTM D8111 (序列 IIIH)			
运动粘度@40°C, %	150 (最大)	150 (最大)	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	3.7 (最小)	3.7 (最小)	3.7 (最小)
热粘环	无	无	无
ASTM D6891 (序列 IVA)			
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), μm	90 (最大)	90 (最大)	90 (最大)
ASTM D6593 (序列 VG) ^b			
平均发动机机油泥, 加分	8.0 (最小)	8.0 (最小)	8.0 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	8.3 (最小)	8.3 (最小)	8.3 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.9 (最小)	8.9 (最小)	8.9 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.5 (最小)	7.5 (最小)	7.5 (最小)
滤油网油泥, 面积%	15 (最大)	15 (最大)	15 (最大)
滤油网碎屑, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告
热粘压缩环	无	无	无
冷粘环	评估和报告	评估和报告	评估和报告
油环堵塞, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告
或			
ASTM D8256 (序列 VH)			
平均发动机机油泥, 加分	7.6 (最小)	7.6 (最小)	7.6 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.7 (最小)	7.7 (最小)	7.7 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)	8.6 (最小)	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.6 (最小)	7.6 (最小)	7.6 (最小)
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告

热粘压缩环	无	无	无
ASTM D7589 (序列 VID) ^c			
SAE XW-16 粘度等级			
FEI 总和	NR	NR	2.8%最小
FEI 2			100 小时老化后, 最小 1.3%
SAE XW-20 粘度等级			
FEI 总和			2.6%最小
FEI 2			100 小时老化后, 最小 1.2%
SAE XW-30 粘度等级			
FEI 总和			1.9%最小
FEI 2			100 小时老化后, 最小 0.9%
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级			
FEI 总和			1.5%最小
FEI 2			100 小时老化后, 最小 0.6%
或			
ASTM D8114 (序列 VIE) ^c			
SAE XW-20 粘度等级			
FEI 总和			3.2%最小
FEI 2			125 小时老化 后, 最小 1.5%
SAE XW-30 粘度等级			
FEI 总和			2.5%最小
FEI 2			125 小时老化 后, 最小 1.2%
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级			
FEI 总和			2.2%最小
FEI 2			125 小时老化 后, 最小 1.0%
ASTM D8226 (序列 VIF)			
SAE XW-16 粘度等级			
FEI 总和			3.7%最小
FEI 2			100 小时老化 后, 最小 1.8%

ASTM D6709 (序列 VIII)

轴承重量损失, mg	26 (最大)	26 (最大)	26 (最大)
ASTM D8291 (序列 IX) ^d			
平均事件数量	5 (最大) ^d	5 (最大) ^d	5 (最大) ^d

台架试验和测量参数^a

老化油低温粘度

ASTM D7320, (序列 IIIGA), 老化油低温粘度^e

- a) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度, 请在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。
- b) 如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度, 请在 5°C 以上的温度条件下 (也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度) 进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。
- c) EOT IIIGA 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力, 其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值, 具体取决于 CCS 粘度等级, 如以上 a) 或 b) 所示。

或

ASTM D7528, (ROBO 试验), 老化油低温粘度^e

- d) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度, 在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。
- e) 如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度, 请在 5°C 以上的温度条件下 (也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度) 进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。
- f) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力, 其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值, 具体取决于 CCS 粘度等级, 如以上 a) 或 b) 所示。

ASTM D7320, (序列 IIIGB) 磷保持性, 最小%

NR NR 79

或

ASTM D8111, (序列 IIIHB) 磷保持性, 最小%

NR NR 81

ASTM D4683、D4741 或 D5481, 高温/高剪切力

2.3 2.6 2.3

150°C 时的粘度, mPa·s, 最小

ASTM D6557 (球锈试验), 平均灰值, 最小^b

100 100 100

ASTM D5800, 蒸发损失, 250°C 下持续 1 小时,

15 15 15

%最大^f

ASTM D6417, 371°C 下模拟蒸馏, 最大%	10	10	10
ASTM D6795, EOFT, %流量损失, 最大	50	50	50
ASTM D6794, EOWTT, %流量损失, 最大			
含 0.6%的水	50	50	50
含 1.0%的水	50	50	50
含 2.0%的水	50	50	50
含 3.0%的水	50	50	50
ASTM D4951 或 D5185, 磷质量百分比, 最大 ^g	0.08 ^g	NR	0.08 ^h
ASTM D4951 或 D5185, 磷质量百分比, 最小 ^g	0.06 ^h	0.06 ^h	0.06 ^h
ASTM D4951、D5185 或 D2622, 含硫量质量百分比, 最大 ^g			
SAE 0W-16、5W-16、0W-20、0W-30、5W-20 和 5W-30	0.5 ^g	NR	0.5 ^g
SAE 10W-30	0.6 ^g	NR	0.6 ^g
所有其他粘度等级	NR	NR	0.6 ^g
ASTM D892 (选项 A), 发泡倾向			
序列 I, mL, 最大, 倾向/稳定性	10/0 ⁱ	10/0 ⁱ	10/0 ⁱ
序列 II, mL, 最大, 倾向/稳定性	50/0 ⁱ	50/0 ⁱ	50/0 ⁱ
序列 III, mL, 最大, 倾向/稳定性	10/0 ⁱ	10/0 ⁱ	10/0 ⁱ
ASTM D6082 (选项 A), 高温发泡 mL, 最大, 倾向/稳定性 ⁱ	100/0	100/0	100/0
ASTM D6922, 均质性和可混合性	k	k	k
ASTM D6709, (序列 VIII) 剪切稳定性	l	l	l
ASTM D7097, TEOST MHT, 高温沉积物, 最大沉积物重量, mg, 最大 ^g	35	45	35
ASTM D5133, 最大胶溶指数 ^b	12 ^m	NR	12 ^m
ASTM D6335, TEOST 33C, 高温沉积物, 最大沉积物重量, mg, 最大			
SAE XW-16	NR	NR	NR
SAE 0W-20	NR	NR	NR
所有其他粘度等级	NR	NR	30
ASTM D7563, 乳液保持性	NR	NR	无水分离
ASTM D7216 附录 A2, 弹性体相容性	表 G-5	表 G-5	表 G-5

^a试验基于 ASTM 要求。

^b如果 CI-4、CJ-4、CK-4 类和/或 FA-4 类在“S”类之前且没有 API 认证标志，则无需进行序列 VG (ASTM D6593)、球锈 (ASTM D6557) 和胶溶指数 (ASTM D5133) 试验。

^c粘度等级仅限于 0W、5W 和 10W 多级机油。

^d仅要求符合 API SN (带 SN PLUS) 或 API SN (带 SN PLUS) 以及“资源节约”的机油满足该条件。

^e单级和 15W、20W 和 25W 多级润滑油不需要。

^f允许 ASTM D5800 中规定的计算转换。

^g对于所有粘度等级而言：如果 CH-4、CI-4 和/或 CJ-4 类别在“S”类之前且没有 API 认证标志，则磷、硫和 TEOST MHT 的限制不适用。但 CJ-4 的磷和硫限制不适用于 CJ-4 润滑油。如果还要求进行 CK-4 或 FA-4，则本脚注不适用。请注意，上述“C”类润滑油的配制主要用于柴油发动机，可能无法提供符合车辆制造商的汽油燃料发动机建议的所有性能要求。

^h为 ASTM D3244 中所述的非关键性规范。

ⁱ经过 1 分钟沉淀期。

^j经过 10 分钟沉淀期。

^k保持均质性，混合 ASTM 参考油之后，保持混合性。

^l10 小时剥离运动粘度（油须保持在原始粘度等级）。

^m-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C，或低于相应的 MRV TP-1 温度（SAE J300 定义）2°C 下进行评估，以先发生者为准。

表 G-5—弹性体相容性

关于弹性体相容性的候选油试验，应使用此处引用的并在 SAE J2643 中定义的五种标准参考弹性体（SRE）进行。候选油试验应按照 ASTM D7216 附录 A2 进行，候选后油浸弹性体应符合此处所列的规范限制。				
弹性体材料 (SAE J2643)	试验程序	材料性能	单位	限值
聚丙烯酸酯橡胶	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-40, 40
氯化丁腈橡胶 (HNBR-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 5
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-20, 15
硅橡胶□ (VMQ-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	硬度	件	-30, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-50, 5
氟碳化合物橡胶 (FKM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	硬度	件	-6, 6
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-65, 10
乙烯丙烯酸酯橡胶□ (AEM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	硬度	件	-20, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-30, 30

G.5 API 服务类别 SP (和相关分类)

表 G-6—API 服务类别 SP、带“资源节约”标志的 API SP 的要求

	API SP	API SP	API SP, 带“资源节约”
SAE 0W-16、SAE 5W-16、SAE 0W-20、SAE 5W-20、SAE 0W-30、SAE 5W-30、SAE 10W-30		其他粘度等级	所有粘度等级
<hr/>			
发动机试验要求 ^a			
ASTM D8111 (序列 IIIH)			
40°C 时, 运动粘度, %, 最大	100	100	100
平均加权活塞沉积物, 加分, 最小	4.2	4.2	4.2
热粘环	无	无	无
ASTM D8350 (序列 IVB)			
平均入口挺杆体积损失 (平均 8 处), mm ³ , 最大	2.7	2.7	2.7
试验铁末端, ppm, 最大	400	400	400
ASTM D8256 (序列 VH) ^b			
平均发动机机油泥, 加分, 最小	7.6	7.6	7.6
平均摇臂盖油泥, 加分, 最小	7.7	7.7	7.7
发动机平均漆膜, 加分, 最小	8.6	8.6	8.6
活塞裙平均漆膜, 加分, 最小	7.6	7.6	7.6
滤油网油泥, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告
滤油网碎屑, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告
热粘压缩环	无	无	无
冷粘环	评估和报告	评估和报告	评估和报告
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告	评估和报告	评估和报告
ASTM D8256 (序列 VH)	7.6	7.6	7.6
ASTM D8114 (序列 VI E) ^c			
SAE XW-20 粘度等级			
FEI 总和, %, 最小			3.8
125 小时老化后, FEI 2, % 最小			1.8
SAE XW-30 粘度等级			
FEI 总和, %, 最小			3.1
125 小时老化后, FEI 2, % 最小			1.5
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级			
FEI 总和, %, 最小			2.8
125 小时老化后, FEI 2, % 最小			1.3

ASTM D8226 (序列 VIF)

SAE XW-16 粘度等级

FEI 总和, %, 最小 4.1

125 小时老化后, FEI 2, % 最小 1.9

ASTM D6709 (序列 VIII)

轴承重量损失, mg, 最大

SAE XW-16 NR NR NR

所有其他粘度等级 26 26 26

ASTM D8291 (序列 IX)

四次迭代平均事件数量, 最大 5 5 5

每次迭代的事件数, 最大 8 8 8

ASTM D8279 (序列 X)

%增长率, 最大 0.085 0.085 0.085

台架试验和测量参数^a

老化油低温粘度

ASTM D8111, (序列 IIIHA), 老化油低温粘度^d

测定的最终配方的老化油低温粘度（根据附录 F 所述 a）如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，请在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。

的现有参考值）——包括通过 IIIHA 或 ROBO 测定的每个粘度等级许可的基础油和添加剂组合。

在与原始粘度等级相应的 CCS 温度下，测定 EOT b）如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。

c) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。

或

ASTM D7528, (ROBO 试验), 老化油低温粘度^d

测定的最终配方的老化油低温粘度（根据附录 F 所述 d）如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，请在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。

的现有延伸值）——包括通过 IIIHA 或 ROBO 测定的每个粘度等级许可的基础油和添加剂组合。

在与原始粘度等级相应的 CCS 温度下，测定 EOT e）如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。

f) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其

D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 d) 或 e) 所示。

ASTM D8111, (序列 IIIHB) 磷保持性, 最小%	NR	NR	81
ASTM D4683、D4741 或 D5481, 高温/高剪切力	2.3	2.3	2.3
150°C 时的粘度, mPa·s, 最小			
ASTM D6557 (球锈试验), 平均灰值, 最小 ^b	100	100	100
ASTM D5800, 蒸发损失, 250°C 下持续 1 小时, %最大 ^e	15.0	15.0	15.0
ASTM D6795, EOFT, %流量损失, 最大	50	50	50
ASTM D6794, EOWTT, %流量损失, 最大			
含 0.6% 的水	50	50	50
含 1.0% 的水	50	50	50
含 2.0% 的水	50	50	50
含 3.0% 的水	50	50	50
ASTM D4951 或 D5185, 磷质量百分比, 最大 ^f	0.08 ^g	NR	0.08 ^g
ASTM D4951 或 D5185 磷质量百分比, 最小 ^f	0.06 ^g	0.06 ^g	0.06 ^g
ASTM D4951、D5185 或 D2622, 含硫量质量百分比, 最大 ^f			
SAE 0W-16、5W-16、0W-20、0W-30、5W-20 和 5W-30	0.5 ^f	NR	0.5 ^f
10W-30	0.6 ^f	NR	0.6 ^f
所有其他粘度等级	NR	NR	0.6 ^f
ASTM D892 (选项 A, 不包括第 11 段), 发泡倾向			
序列 I, mL, 最大, 倾向/稳定性	10/0 ^h	10/0 ⁱ	10/0 ^h
序列 II, mL, 最大, 倾向/稳定性	50/0 ^h	50/0 ⁱ	50/0 ^h
序列 III, mL, 最大, 倾向/稳定性	10/0 ^h	10/0 ⁱ	10/0 ^h
ASTM D6082 (选项 A), 高温发泡 mL, 最大, 倾向/稳定性 ^h	100/0	100/0	100/0
ASTM D6922, 均质性和可混合性	j	j	j
ASTM D6709, (序列 VIII) 剪切稳定性			
XW-16	NR	NR	NR
所有其他粘度等级	保持级别不变 ^k	保持级别不变 ^k	保持级别不变 ^k
ASTM D6278, (柴油喷射器) 剪切稳定性, KV, 100°C 时 30 次通过, 最小			
XW-16	5.8	5.8	5.8
所有其他粘度等级	NR	NR	NR
ASTM D5133, 最大胶溶指数 ^b	12 ^l	NR	12 ^l
ASTM D6335, TEOST 33C, 高温沉积物, 最大沉积物重量, mg, 最大			

SAE XW-16	NR	NR	NR
SAE 0W-20	NR	NR	NR
所有其他粘度等级	NR	NR	30
ASTM D7563, 乳液保持性	NR	NR	无水分离
ASTM D7216 附录 A2, 弹性体相容性	表 G-7	表 G-7	表 G-7

^a试验基于 ASTM 要求。

^bCI-4、CJ-4、CK-4 类和/或 FA-4 类在“S”类之前且没有 API 认证标志，则无需进行序列 VH (ASTM D8256)、球锈 (ASTM D6557) 和胶溶指数 (ASTM D5133) 试验。

^c粘度等级仅限于 0W、5W 和 10W 多级机油。

^d单级和 15W、20W 和 25W 多级润滑油不需要。

^e允许 ASTM D5800 中规定的计算转换。

^f对于所有粘度等级而言：如果 CH-4、CI-4 和/或 CJ-4 类别在“S”类之前且没有 API 认证标志，则磷和硫量的“S”类限制不适用。但是，CJ-4 的磷和硫限制确实适用于 CJ-4 油品，当说明 CK-4 含 SP 或 FA-4 含 SP 时，“SP 含‘资源保护’”一栏中的磷限制（0.08% 质量上限）也适用。请注意，上述“C”类润滑油的配制主要用于柴油发动机，可能无法提供符合车辆制造商的汽油燃料发动机建议的所有性能要求。

^g此为 ASTM D3244 中所述的非关键性规范。

^h经过 1 分钟沉淀期。

ⁱ经过 10 分钟沉淀期。

^j保持均质性，混合 ASTM 参考油之后，保持混合性。

^k10 小时剥离运动粘度（油须保持在原始 SAE 粘度等级）。

^l在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C，或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估，以先发生者为准。

表 G-7—弹性体相容性

关于弹性体相容性的候选润滑油试验，应使用此处引用的并在 SAE J2643 中定义的五种标准参考弹性体（SRE）进行。候选油试验应按照 ASTM D7216 附录 A2 进行，候选后油浸弹性体应符合此处所列的规范限制。				
弹性体材料 (SAE J2643)	试验程序	材料性能	单位	限值
聚丙烯酸酯橡胶	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-40, 40
氢化丁腈橡胶 (HNBR-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 5
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-20, 15
硅橡胶 (VMQ-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	硬度	件	-30, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-50, 5
氟碳化合物橡胶 (FKM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	硬度	件	-6, 6
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-65, 10
乙烯丙烯酸酯橡胶 (AEM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	硬度	件	-20, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-30, 30

附录 H

乘用车发动机机油的 ILSAC 最低性能标准

H.1 ILSAC GF-1 乘用车发动机机油最低性能标准（1997 年 8 月 1 日淘汰）

H.1.1 简介

美国汽车制造商协会（AAMA）和日本汽车制造商协会（JAMA）通过国际润滑剂标准化及认证委员会（ILSAC），共同制定和批准了用于汽油燃料乘用车机油的 GF-1 最低性能标准。

该标准仅包括车辆制造商可能认为满足设备寿命和性能所需的那些发动机机油性能要求以及化学和物理特性。润滑油营销商有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签、健康与安全信息的所有适用法律法规要求，并在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。

ILSAC 最低性能标准包括第 4 节所列的所有附加要求，包含乘用车发动机机油的首个 ILSAC 标准。本规范未涉及柴油发动机机油，但这可能是 ILSAC 与代表柴油发动机制造商的团体之间未来讨论的主题。

H.1.2 总结

ILSAC GF-1 标准由五个部分组成。关于粘度的第一部分使用美国汽车工程师学会（SAE）发动机机油粘度分类，SAE J300。第二部分包含美国石油学会（API）SH 性能要求。第三部分包含台架试验性能参数的规范，如挥发性、发泡倾向、高温/高剪切率粘度和过滤性。第四部分包含其他要求，包括燃油效率、催化剂相容性和低温粘度。最后一部分所列为主要参考文件。

对发动机机油产品的真实评估是在模拟全方位客户驾驶条件下各种车队检验中的性能令人满意。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。只有将指定发动机序列试验与各种车辆试验相关联时，才能简化试验要求。

在于 1990 年 10 月 22 日首次发布并于 1992 年 10 月 12 日修订的标准中，发动机序列试验和车队试验之间的相关性仅依据各种基础油、精炼工艺和添加剂技术判断有效性，这些技术在广泛使用中表现出令人满意的性能。基础油、精炼工艺或添加剂技术的引入与现有做法有很大不同，需要支持性车队试验数据和相应的 ASTM 发动机试验，以便根据不同的基础油、精炼工艺或添加剂技术来验证车队试验与发动机序列试验之间的相关性。除了本规范中列出的其他要求外，还应进行车队试验。

引入新技术的任何个人或组织均有责任提供同等或更高的性能，以确保其发动机试验结果仍与客户现场服务相互关联。此外，营销商必须确保不会对车辆部件或排放控制系统产生不良影响。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则营销商不得声称以合理和谨慎的方式行事。

H.1.3 最低性能标准

ILSAC GF-1 最低性能标准如表 H-1 中所示。

H.1.3.1 第 1 部分

本标准的第一部分是关于粘度。它采用了最广泛认可的粘度定义 SAE J300。表 Q-1 指定了本文档的最新版本，以使 ILSAC 标准保持最新。

H.1.3.2 第 2 部分

本标准的第二部分定义了用于定义 API SH 类发动机机油性能的 ASTM 发动机试验及相应要求（参见 2.3.2.3¹ 和 ASTM D4485）。美国材料与试验协会（ASTM）序列 IID 试验用来定义发动机机油提供的低温锈蚀保护性能。在 ASTM 序列 IIIE 试验中评估高温气门机构磨损、油增稠和沉积物。在 ASTM 序列 VE 试验中测定中低温油泥和磨损。L-38 试验方法定义了发动机机油提供的轴承防蚀保护性能。由于担心对试验结果的解读，定义活塞清洁度的 1H2 或 1G2 试验已从 1990 年 10 月 22 日版本的标准中删除。试图通过替代试验方法来评估高温沉积物的形成。

H.1.3.3 第 3 部分

台架试验要求已在第 3 节列出。高温、高剪切率粘度可估算轴承油膜厚度，从而计算与轴承寿命的关系【1】。AAMA 和 JAMA 成员认为，在 150°C 和 100 万秒⁻¹ 时，如果值为 2.9 mPa•s，可充分保证乘用车发动机的轴承耐久性。

通过 NOACK 或 ASTM 模拟蒸馏方法测定的挥发性包含在标准中，因为已证明挥发性与现场油耗相关【2, 3】。选择这些值以在现场提供可接受的燃油经济性。为低粘度等级的润滑油指定高挥发性值，是承认制造这种润滑油所需的轻型基础油料时现有精炼设备和/或工艺面临的困难。确实有必要随着时间的推移改进这种限制，基础油制造商应制定计划来调整设备和/或工艺，以满足未来可能更加严格的要求。

标准中纳入了过滤性试验，以确保润滑油在低温条件下的耐水性。通用汽车发动机机油过滤性试验（GM 9099P）的限值符合通用汽车和福特的初始填充要求。已要求 ASTM 对该试验进行标准化，考虑由 ASTM 试验监控中心处理参考油和滤纸的分发。这将实现试验方法与材料的全球可用性。

ASTM 发泡试验（D892）限值类似于福特和通用汽车的初始填充，且已将美国军用规格纳入 ILSAC 标准，以确保当前和未来的发动机中不存在发泡问题，这些发动机往往以更高的速度运行，有时包含平衡轴，二者均可促使发泡。序列 IV 部分试验虽不是 ASTM 程序的正式组成部分，但被认为与高速发动机运行条件下的发泡有更好的

¹由于 API SH 已经被淘汰，对 2.3.2.3 的引用不再有效。对其进行维护是为了保留 ILSAC GF-1 的历史文本。

关联。将序列 IV 部分试验作为报告项包含在内的目的是，收集关于该程序的数据，以便在其成为 ASTM 标准之后，可将其添加到具有适当最大可接受限值的 ILSAC 标准中。

标准中还包含两种替代闪点方法，主要用来解决安全和材料处理问题。

还包括来自 L-38 试验的 10 小时油样剪切稳定性要求，以保持在原 SAE 粘度等级内。对替代剪切稳定性方法进行调查，以便在未来的标准中使用。

标准中也包括对均质性和可混合性的要求，主要作为质量控制检查，以确保正确混合润滑油（即添加剂未沉淀）。

表 H-1—ILSAC GF-1 乘用车发动机机油最低性能标准

(1997 年 8 月 1 日淘汰)

要求	标准
粘度要求	按最新修订版的 SAE 标准 J300 定义
发动机试验要求	按最新修订版的 ASTM D4485 定义
发动机锈蚀	ASTM D5844 序列 IID 试验
锈蚀平均评分	8.5 (最小)
挺杆粘结数	无
磨损和油增稠	ASTM D5533 试验方法序列 IIIE
40°C 时粘度增加	375% (最大)
活塞裙漆膜	8.9 (最小)
环岸沉积物	3.5 (最小)
发动机平均油泥	9.2 (最小)
活塞环热粘结	无相关润滑油
凸轮与挺杆磨损	
平均, mm	30 (最大)
最大, mm	64 (最大)
油耗, l	5.1 (最大)
油泥和磨损	ASTM D5302 试验方法序列 VE
发动机平均油泥	9.0 (最小)
摇杆盖油泥	7.0 (最小)
平均发动机漆膜	5.0 (最小)
活塞裙漆膜	6.5 (最小)
凸轮磨损	

表 H-1—ILSAC GF-1 乘用车发动机机油最低性能标准 (续表)

(1997年8月1日淘汰)

要求	标准
平均, mm	130 (最大)
最大, mm	380 (最大)
油环阻塞 ^a	15% (最大)
滤油网堵塞	20% (最大)
热粘环	无
轴瓦腐蚀	ASTM D5119 试验方法 L-38
轴承重量损失, mg	40 (最大)
活塞裙漆膜	9.0 (最小)
台架试验要求	
150°C 和 10 ⁶ s ⁻¹ 条件下的 HTHS 粘度	ASTM D4683、ASTM D4741 或 CEC L-36-A-90
对于所有粘度等级, mPa•s	2.9 (最小)
挥发性	模拟蒸馏 (ASTM D2887) 或蒸发损失 (CEC L-40-A-93)
ASTM D2887	371°C 时 20% (最大) (0W、5W 多级) 371°C 时 17% (最大) (所有其他多级)
CEC L-40-A-93	25% (最大), 250°C 下持续 1 小时 (0W、5W 多级) 20% (最大), 250°C 下持续 1 小时 (所有其他多级)
过滤性	
GM 9099P EOFIT	50% (最大) 流量损失
发泡倾向	ASTM D892 (选项 A)
发泡, ml	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)
序列 IV	报告
沉淀 ^b , ml	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
序列 IV	报告

表 H-1—ILSAC GF-1 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）
(1997 年 8 月 1 日淘汰)

要求	标准		
闪点	ASTM D93 或 D92		
ASTM D93	185°C (最小)		
ASTM D92	200°C (最小)		
剪切稳定性			
L-38 试验 10 小时剥离（去掉）粘度	必须保持原 SAE 粘度等级		
均质性和可混合性			
联邦试验方法 791B, 方法 3470	保持均质性, 混合 SAE 参考油之后, 保持混合性		
其他要求			
燃油经济性			
ASTM RR-D: 2-1204 序列 VI 试验			
改进 (EFEI)	2.7% (最小)		
催化剂相容性			
磷含量	0.12, 质量% (最大)		
SAE J300 低温粘度, mPa•s	0 W -30°C 时 3,250 (最大)	5 W -25°C 时 3,500 (最大)	10 W -20°C 时 3,500 (最大)
动力粘度		(最大)	
泵送粘度	-35°C 时 30,000 (最大)	-30°C 时 30,000 (最 大)	-25°C 时 30,000 (最 大)

注:

^a根据序列 VE 试验的要求, 自 1993 年 10 月 8 日起, 油环堵塞参数已暂停。因此, 其已按许可要求删除。对于包含多项序列 VE 试验的任何计划, 且试验完成日期包含 1993 年 10 月 8 日前后的日期, 应忽略这些试验的油环堵塞问题。ASTM 于 1994 年 6 月对此问题进行了重新评估, 决定无限期暂停此参数。

^b5 分钟后测定沉淀, 除了序列 IV, 其在 5 秒后测定沉淀。序列 IV 试验条件与序列 I 中的相同, 只是温度为 150°C, 最小流速为 200 毫升。

H.1.3.4 第 4 部分

ILSAC 标准第 4 部分包含其他要求。必须全部满足第 4 节所列的三个附加要求, 以使润滑油符合 API 发动机机油许可和认证系统 (EOLCS) 中 API 认证标志的许可要求。燃油效率要求非常重要, 因为与使用其他油品的情况相比, 在 ASTM 序列 VI 试验中燃油经济性提高至少 2.7% 的情况下, 发动机机油的广泛使用可在全国范围内实

现总体燃料节省，尽管个别车辆操作员获得的燃油经济性可能因多种因素而异。

目前没有公认的标准试验来确定发动机机油的催化剂中毒效应。由于未进行此种试验，并已证明发动机机油衍生的磷会毒害排放控制装置【4】，因此认为将发动机机油的磷含量限制在 0.12% 的最大质量较为谨慎。

标准第 4 部分的最后一节涉及发动机机油的低温粘度（根据 SAE J300 定义）。多粘度等级发动机机油的低温粘度特性很重要，因为其关乎汽油燃料乘用车的冷起动性能。

H.1.3.5 第 5 部分

标准第 5 部分参考了标准中包含的试验执行程序。

参考文献

1. Spearot, J. A.; Murphy, C. K.; and Deysarkar, A. K.; “Interpreting Experimental Bearing Oil Film Thickness Data” (Paper No. 892151), Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.
2. Didot, F. E.; Green, E.; and Johnson, R. H.; “Volatility and Oil Consumption of SAE 5W-30 Engine Oil” (Paper No. 872126), Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.
3. Carey, L. R.; Roberts, D. C.; and Shaub, H.; “Factors Influencing Engine Oil Consumption in Today's Automotive Engines” (Paper No. 892159), Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania.
4. SAE Fuels and Lubricants Technical Committee 1, *Engine Oil/Catalyst and Oxygen Sensor Compatibility Task Force Status Report*, Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania, October 1985.

H.2 ILSAC GF-2 乘用车发动机机油最低性能标准（2002 年 3 月 31 日淘汰）

美国汽车制造商协会 (AAMA) 和日本汽车制造商协会 (JAMA) 通过国际润滑剂标准化及认证委员会 (ILSAC)，共同制定和批准了用于汽油燃料乘用车发动机机油的 ILSAC GF-2 最低性能标准。

该标准指定了车辆制造商认为满足设备性能和寿命所需的那些发动机机油最低性能要求（发动机序列和台架试验）以及化学和物理特性。

除了满足表 H-2 中所示的标准要求外，在按 GF-2 标准销售产品时，润滑油营销商还有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签以及健康与安全信息的适用法律法规要求。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。

对发动机机油性能的最终评估必须包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。只有将指定发动机序列试验与各种车辆试验相关联时，才能简化试验要求。

发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据各种基础油和添加剂技术来判断有效性，这些技术通常是已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。如果引入的基础油或添加剂技术明显偏离现行做法，需要足够的车队试验支持数据，来验证车辆和 ASTM 序列试验性能之间的关系，从而避免给车辆部件或排放控制系统带来不利影响。除了本规范中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。

任何个人或组织有责任引入新技术来执行车队试验，而润滑油营销商有责任确保上述新技术试验的顺利完成。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则营销商不得声称以合理和谨慎的方式行事。

ILSAC GF-2 最低性能标准包含新型序列 VIA 试验。针对序列 VIA 试验，专门开发了粘度等级延伸和基础油互换指南。这些指南将由 API 在 AAMA 的批准下审核并适当更新。目前的指南可用于序列 IID、IIIE、VE 和 L-38 试验中的粘度等级延伸和基础油互换。API 需继续收集和审核数据，确认这些指南对 GF-2 润滑油的适用性。润滑油营销商自行判断使用上述指南，风险自担。使用这些指南并不能免除营销商的责任，即其在市场上销售获得 API ILSAC GF-2 许可的任何产品须满足所有规定要求。

注：ILSAC GF-2 最低性能标准于 1995 年 11 月 6 日发布以来，本段已更新。

表 H-2—ILSAC GF-2 乘用车发动机机油最低性能标准

(2002 年 3 月 31 日淘汰)

要求	标准
粘度要求	温度条件下 (°C) 的粘度 (mPa•s)
动力粘度	泵送粘度
ASTM D5293	ASTM D4684
-20°C 时 3,500 (最大)	-30°C 时 60,000 (最大)
ASTM D5133 胶溶指数：	
12.0 (最大)	
在 -5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或 -40°C 条件下进行评估 (以先发生者为准)	
发动机试验要求	
发动机锈蚀	ASTM D5844 序列 IID 试验
锈蚀平均评分	8.5 (最小)
挺杆粘结数	无
磨损和油增稠	ASTM D5533 试验方法序列 IIIE
40°C 时达到 375% 增加所用的小时数	64 (最小)
活塞裙漆膜	8.9 (最小)
环岸沉积物	3.5 (最小)
发动机平均油泥	9.2 (最小)
活塞环热粘结	无相关润滑油
凸轮与挺杆磨损	

表 H-2—ILSAC GF-2 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）
(2002 年 3 月 31 日淘汰)

要求	标准
发动机试验要求（续表）	
平均, mm	30 (最大)
最大, mm	64 (最大)
油耗, l	5.1 (最大)
油泥和磨损	ASTM D5302 试验方法序列 VE
发动机平均油泥	9.0 (最小)
摇杆盖油泥	7.0 (最小)
平均发动机漆膜	5.0 (最小)
活塞裙漆膜	6.5 (最小)
凸轮磨损	
平均, mm	127 (最大)
最大, mm	380 (最大)
机油滤网堵塞	20% (最大)
热粘环	无
活塞冠下沉积物	评估和报告
环岸沉积物	评估和报告
气缸内径磨损	评估和报告
油环阻塞	评估和报告
轴瓦腐蚀	ASTM D5119 试验方法 L-38
轴承重量损失, mg	40 (最大)
燃油经济性改善 (FEI)	ASTM D6202 序列 VIA 试验 <ul style="list-style-type: none"> • 对于 SAE 0W-20 和 5W-20 粘度等级: 1.4% (最小) 相对于 ASTM BC-2 • 对于其他 SAE 0W 和 5W 多粘度等级: 1.1% (最小) 相对于 ASTM BC-2 • 对于所有 SAE 10W 多粘度等级: 0.5% (最小) 相对于 ASTM BC-2
台架试验要求	
挥发性	模拟蒸馏 (ASTM D2887 扩展) 或 (ASTM D5480) : 17% (最大), 371°C —或— 蒸发损失 (CEC L-40-A-93) 或 JPI 5S-41-93 (方法 B) 22% (最大), 250°C 下持续 1 小时
过滤性	GM 9099P EOFT 允许的流量损失 50% (最大) 包含下列修改的 GM EOFT (仅限评估和报告) : <ol style="list-style-type: none"> 1. 在样品制备时不能使用干冰。 2. 要将样品放在 70°C 的锅炉中 6.0 小时 (± 0.25 小时)。 3. 在含水量 0.6%、1.0%、2.0% 和 3.0% 的条件下进行试验。

表 H-2—ILSAC GF-2 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）
(2002 年 3 月 31 日淘汰)

要求	标准
	4. 具有最高添加剂 (DI/VI) 组合的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VI) 组合的基础油/粘度等级配方，对结果进行延伸。必须检验每种不同的 (DI/VI) 组合。
台架试验要求（续表）	
发泡倾向	ASTM D892 (选项 A)
发泡, ml	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)
沉淀 ^a ml	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
高温发泡 ^b	
静态发泡 (最大), 倾向/稳定	200/50 ^c
闪点	ASTM D93 (ISO 2719) 或 ASTM D92
ASTM D93 (ISO 2719)	185°C (最小)
ASTM D92	200°C (最小)
剪切稳定性	
L-38 试验 10 小时剥离 (去掉) 粘度	必须保持原 SAE 粘度等级
均质性和可混合性	
联邦试验方法 791B, 方法 3470	保持均质性, 混合 SAE 参考油之后, 保持混合性
其他要求:	
高温沉积物	
克莱斯勒 TEOST 试验 (方法 33)	60 mg 沉积物 (最大)
催化剂相容性	ASTM D4951 或 ASTM D5185
磷含量, 质量百分比	0.10 (最大)

^a10 分钟后测定沉淀。

^b遵循 ASTM D6082 的高温发泡试验。

^c1 分钟后测定沉淀。

H.3 ILSAC GF-3 乘用车发动机机油最低性能标准（2004 年 4 月 30 日淘汰）

日本汽车制造商协会及戴姆勒-克莱斯勒公司、福特汽车公司和通用汽车公司的代表通过国际润滑剂标准化及

认证委员会（ILSAC），共同制定和批准了用于汽油燃料乘用车发动机机油的 ILSAC GF-3 最低性能标准。

该标准指定了车辆制造商认为满足设备性能和寿命所需的那些发动机机油最低性能要求（发动机序列和台架试验）以及化学和物理特性。

除了满足表 H-3 中所示的标准要求外，在按 GF-3 标准销售产品时，润滑油营销商还有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签以及健康与安全信息的适用法律法规要求。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。

对发动机机油性能的最终评估必须包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。只有将指定发动机序列试验与各种车辆试验相关联时，才能简化试验要求。

发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据各种基础油和添加剂技术来判断有效性，这些技术通常是已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。如果引入的基础油或添加剂技术明显偏离现行做法，需要足够的车队试验支持数据，来验证车辆和 ASTM 序列试验性能之间的关系，从而避免给车辆部件或排放控制系统带来不利影响。除了本规范中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。

兼容密封材料和垫圈的发动机机油不受本规范中性能试验的限制。但 SAE 汽车橡胶规范委员会（CARS）建立了系列的参考弹性体，可用于检验不同的基础油和添加剂技术（这些技术明显偏离现有材料）。CARS 委员会还建立了 ASTM 参考油（TMC1006），它既可被视为侵蚀性润滑油，也可用作参考。ILSAC 建议对超过该参考油侵蚀性的添加剂或基础油技术进行修正或充分的现场试验，以确保在投入商业服务时不会出现客户密封失效的可能性。

任何个人或组织有责任引入新技术来执行车队试验，而润滑油营销商有责任确保上述新技术试验的顺利完成。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则营销商不得声称以合理和谨慎的方式行事。

ILSAC GF-3 最低性能标准包括新型球锈试验、新型序列 IIIF 试验、新型序列 IVA 试验、新型序列 VG 试验、新型序列 VIB 试验、新型序列 VIII 试验以及新型 TEOST MHT 试验。如果获得试验数据支持，并经过相关小组开发，VGRA 和 BOI 指南可能适用于这些试验的粘度等级延伸和基础油互换。但应该指出的是，润滑油营销商在使用上述指南时，可依据自己的判断并自担风险。使用这些指南并不能免除营销商的责任，即其在市场上销售获得 API ILSAC GF-3 许可的任何产品须满足所有规定要求。

表 H-3—ILSAC GF-3 乘用车发动机机油最低性能标准
(2004 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
粘度要求	润滑油应符合 SAE J300 的所有要求以及 SAE 0W、5W 或 10W 粘度等级的低温要求 ASTM D5133 胶溶指数: 12.0 (最大) 在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C 条件下进行评估 (以先发生者为准)
发动机试验要求	
发动机锈蚀	ASTM D6557 球锈蚀试验
锈蚀平均评分	100 (最小)
磨损和油增稠	ASTM D6984 试验方法序列 IIIF
粘度增加 (kV 40°C)	275% (最大)
低温粘度	报告 ^a
活塞裙漆膜平均评分	9.0 (最小)
加权活塞沉积评分	4.0 (最小)
热粘活塞环	无可允许的
凸轮加挺杆磨损, 平均, mm	20 (最大)
油耗, l	5.2 (最大)
凸轮磨损	ASTM D5302 试验方法序列 VE ^b
平均, mm	127 (最大)
最大, mm	380 (最大)
油泥和漆膜	ASTM D6593 试验方法序列 VG 试验
发动机机油泥平均评分	7.8 (最小)
摇臂盖油泥评分	8.0 (最小)
发动机平均漆膜评分	8.9 (最小)
活塞裙漆膜平均评分	7.5 (最小)
滤油网堵塞, %	20 (最大)
热粘压缩环	无
冷粘环	评估和报告
滤油网碎屑, %	评估和报告
油环阻塞	评估和报告
气门机构磨损	ASTM D6891 试验方法序列 IVA 试验
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), mm	120 (最大)
轴承腐蚀	ASTM D6709 试验方法序列 VIII 试验
轴承重量损失, mg	26.4 (最大)
燃油经济性改善	ASTM D6837 试验方法序列 VIB 试验 ^c

表 H-3—ILSAC GF-3 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2004 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
发动机试验要求	
(续表)	
	对于 SAE 0W-20 和 5W-20 粘度等级： 16 小时老化后 2.0% FEI 1 (最小) 96 小时老化后 1.7% FEI 2 (最小)
	对于 SAE 0W-30 和 5W-30 粘度等级： 16 小时老化后 1.6% FEI 1 (最小) 96 小时老化后 1.3% FEI 2 (最小) FEI 1 与 FEI 2 之和必须是 3.0% (最小)
	对于 SAE 10W-30 以及上述未列出的所有其他粘度等级： 16 小时老化后 0.9% FEI 1 (最小) 96 小时老化后 0.6% FEI 2 (最小) FEI 1 与 FEI 2 之和必须是 1.6% (最小)
台架试验要求	
挥发性	
蒸发损失	ASTM D5800 15% (最大), 250°C 下持续 1 小时
模拟蒸馏	ASTM D6417 10% (最大), 371°C
高温沉积物	ASTM D7097 (TEOST MHT-4)
沉积物重量, mg	45 (最大)
过滤性	
GM 9099P EOFT	允许的流量损失 50% (最大)
GM EOFT (修改后)	包含下列修改的 GM EOFT (仅限评估和报告)： 1. 在样品制备时不能使用干冰。 2. 要将样品放在 70°C 的锅炉中 6.0 小时 (± 0.25 小时)。 3. 在含水量 0.6%、1.0%、2.0% 和 3.0% 的条件下进行试验。 4. 具有最高添加剂 (DI/VI) 组合的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VI) 组合的基础油/粘度等级配方，对结果进行延伸。必须检验每种不同的 (DI/VI) 组合。
发泡倾向	ASTM D892 (选项 A)
发泡, ml	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)
沉淀 ^d ml	

表 H-3—ILSAC GF-3 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2004 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
台架试验要求	
(续表)	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
高温发泡	ASTM D6082 (要求可选混合)
发泡, ml	100 (最大)
沉淀后 ^e , ml	0 (最大)
剪切稳定性	ASTM D6709 试验方法序列 VIII 试验
10 小时剥离 100°C 运动粘度	必须保持原 SAE 粘度等级
均质性和可混合性	ASTM D6922, 方法 3470.1 保持均质性, 混合 SAE 参考油之后, 保持混合性
催化剂相容性	ASTM D4951 或 D5185
磷含量	0.10, 质量% (最大)

^a采用 ASTM 试验方法 D 4684 (MRV TP-1) , 在根据 ASTM 试验方法 D 5293 (CCS 粘度) 对 80 小时样品测定的低温等级润滑油指定的温度下, 对 80 小时试验油样进行评估。

^b对于至少含有 0.08% 二烷基二硫代磷酸锌 (ZDDP) 形式磷的润滑油, 不需要。

^c所有 FEI 1 和 FEI 2 值是根据 ASTM 参考油 BC 测定的。

^d10 分钟后测定沉淀。

^e1 分钟后测定沉淀。

H.4 用车发动机机油最低性能标准 (2011 年 9 月 30 日淘汰)

日本汽车制造商协会及戴姆勒克莱斯勒、福特和通用汽车公司的代表通过国际润滑剂标准化及认证委员会 (ILSAC) , 共同制定和批准了用于汽油燃料乘用车发动机机油的 ILSAC GF-4 最低性能标准。

该标准指定了车辆制造商认为满足设备性能和寿命所需的那些发动机机油最低性能要求 (发动机序列和台架试验) 以及化学和物理特性。

除了满足标准的要求外, 在按 GF-4 标准销售产品时, 润滑油营销商还有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签以及健康与安全信息的适用法律法规要求。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。

对发动机机油性能的最终评估包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验, 从而最大限度地减少试验时间和成本。只有在经过判断后, 指定发动机序列试验可以预测各种车辆试验的情况下, 才能简化试验要求。

发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据试验的各种基础油和添加剂技术来判断有效性——通常指那些已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。如果引入的基础油或添加剂技术明显偏离现行做法，需要足够的车队试验支持数据，从而避免给车辆部件或排放控制系统带来不利影响。除了本规范中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。

兼容密封材料和垫圈的发动机机油不受本规范中性能试验的限制。但 SAE 汽车橡胶规范委员会（CARS）建立了系列的参考弹性体（参见 SAE J2643），可用于检验不同的基础油和添加剂技术（这些技术明显偏离现有材料）。CARS 委员会还建立了 ASTM 参考油（保养油 105），它既可被视为侵蚀性润滑油，也可用作参考。ILSAC 建议对超过该参考油侵蚀性的添加剂或基础油技术进行修正或充分的现场试验，以确保在投入商业服务时不会出现客户密封失效的可能性。

任何个人或组织有责任引入新技术来执行车队试验，而润滑油营销商有责任确保上述新技术试验的顺利完成。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则营销商不得声称以合理和谨慎的方式行事。

ILSAC GF-4 最低性能标准包括经过相关小组开发的《粘度等级延伸和基础油互换指南》的试验。但应该指出的是，润滑油营销商在使用上述指南时，可依据自己的判断并自担风险。使用这些指南并不能免除营销商的责任，即其在市场上销售获得 API ILSAC GF-4 许可的任何产品须满足所有规定要求。

表 H-4—ILSAC GF-4 乘用车发动机机油最低性能标准
(2011 年 9 月 30 日淘汰)

要求	标准
粘度要求	润滑油应符合 SAE J300 的所有要求。粘度等级仅限于 SAE 0W、5W 和 10W 多级润滑油。 ASTM D5133 胶溶指数： 12 (最大) 在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C，或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估，以先发生者为准。
发动机试验要求	
磨损和油增稠	ASTM D7320 试验方法序列 IIIG
运动粘度@40°C, %	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	3.5 (最小)
热粘环	无
平均凸轮加挺杆磨损, μm	60 (最大)
老化油低温粘度	ASTM 序列 IIIGA

表 H-4—ILSAC GF-4 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2011 年 9 月 30 日淘汰)

要求	标准
发动机试验要求（续表）	
评估 ASTM D4684 (MRV TP-1)	EOT 样品的 ASTM D4684 粘度必须符合原始等级或下一更高等级的要求
方法 ASTM 序列 IIIGA 试验中的 EOT 润滑油	
磨损、油泥和漆膜	
平均发动机机油泥, 加分	ASTM 序列 VG (ASTM D6593)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.8 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.0 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	8.9 (最小)
滤油网油泥, 面积%	7.5 (最小)
滤油网碎屑, 面积%	20 (最大)
热粘压缩环	评估和报告
冷粘环	无
油环堵塞, 面积%	评估和报告
从动销磨损, 气缸 8, 平均, μm	评估和报告
环间隙增加, 气缸 1 和 8, 平均, μm	评估和报告 ^a
μm	
磨损、油泥和漆膜	评估和报告 ^a
气门机构磨损	
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), μm	90 (最大)
轴瓦腐蚀	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
轴承重量损失, mg	26 (最大)
燃油经济性	ASTM 序列 VIB ^b (ASTM D6837)
SAE 0W-20 和 5W-20 粘度等级:	
16 小时老化后 2.3% FEI 1 (最小)	
96 小时老化后 2.0% FEI 2 (最小)	
SAE 0W-30 和 5W-30 粘度等级:	
16 小时老化后 1.8% FEI 1 (最小)	
96 小时老化后 1.5% FEI 2 (最小)	
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级:	
16 小时老化后 1.1% FEI 1 (最小)	
96 小时老化后 0.8% FEI 2 (最小)	
台架试验要求	
催化剂相容性	

表 H-4—ILSAC GF-4 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）
(2011 年 9 月 30 日淘汰)

要求	标准
台架试验要求（续表）	
磷含量, 质量%	ASTM D4951 0.08 (最大)
含硫量	ASTM D4951 或方法 2622
SAE 0W 和 5W 多级, % (质量)	0.5 (最大)
SAE 10W 多级, % (质量)	0.7 (最大)
磨损	
磷含量,	ASTM D4951
% (质量)	0.06 (最小)
挥发性	
蒸发损失, %	ASTMD5800, 250°C 下持续 1 小时 15 (最大) (注: 允许 5800 中规定的计算转换。)
模拟蒸馏, %	ASTM D6417 371°C 时 10 (最大)
高温沉积物	ASTM D7097 (TEOST MHT)
沉积物重量, mg	35 (最大)
过滤性	
EOWTT, %	ASTM D6794 含 0.6% 的水 50 (最大) 流量损失 含 1.0% 的水 50 (最大) 流量损失 含 2.0% 的水 50 (最大) 流量损失 含 3.0% 的水 50 (最大) 流量损失 (注: 具有最高添加剂 (DI/VI) 浓度的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VI) 组合的基础油/粘度等级配方, 对结果进行延伸。必须检验每种不同的 (DI/VI) 组合。)
EOFT	ASTM D6795 50 (最大) 流量损失
发泡特征	ASTM D892 (选项 A)
倾向, mL	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)

表 H-4—ILSAC GF-4 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2011 年 9 月 30 日淘汰)

要求	标准
台架试验要求（续表）	
稳定 ^c , mL	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
高温发泡特征	ASTM D6082 (选项 A)
倾向, mL	100 (最大)
稳定 ^d , mL	0 (最大)
剪切稳定性	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
100°C 下 10 小时剥离运动粘度	运动粘度必须保持原 SAE 粘度等级。
均质性和可混合性	ASTM D6922 保持均质性, 混合 ASTM 参考油之后, 保持混合性。
发动机锈蚀	球锈蚀试验 (ASTM D6557)
平均灰度值	100 (最小)

^aASTM 监督专家组每年审查一次统计数据。^b所有燃油经济性改善 (FEI) 1 和 FEI 2 值是根据 ASTM 参考油 BC 测定的。^c经过 10 分钟沉淀期。^d经过 1 分钟沉淀期。

适用文档:

1. SAE Standard, Engine Oil Viscosity Classification—SAE J300, SAE Handbook.
2. SAE Standard, Standard Reference Elastomers (SRE) for Characterizing the Effects on Vulcanized Rubbers, Proposed Draft 2003-5—SAE J2643, SAE Handbook.
3. ASTM Annual Book of Standards, Volume 5, Petroleum Products and Lubricants, current edition.
4. ASTM Sequence IIIG Test Research Report.
5. M. Batko and D. F. Florkowski, "Low Temperature Rheological Properties of Aged Crankcase Oils," SAE Paper 2000-01-2943.
6. M. Batko and D. F. Florkowski, "Lubricant Requirements of an Advanced Designed High Performance, Fuel Efficient Low Emissions V-6 Engine," SAE Paper 01FL-265

H.5 ILSAC GF-5 乘用车发动机机油标准（2021 年 4 月 30 日淘汰）

日本汽车制造商协会及克莱斯勒集团有限责任公司、福特汽车公司和通用汽车公司的代表通过国际润滑剂标准化及认证委员会 (ILSAC)，共同制定和批准了用于火花点火式内燃机发动机机油的 ILSAC GF-5 最低性能标准。

该标准指定了火花点火式内燃机发动机机油的最低性能要求（发动机序列和台架试验）以及化学和物理特性。预计很多发动机制造商推荐 ILSAC GF-5 润滑油。然而，个别原始设备制造商可能会要求采用所包括的测试以

外的性能参数，或对本标准所包括的这些测试进行更严格的限制。

除了满足标准的要求外，在按 **ILSAC GF-5** 标准销售产品时，润滑油营销商还有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签以及健康与安全信息的适用法律法规要求。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小的情况下开展业务。

对发动机机油性能的最终评估必须包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。只有在经过判断后，指定发动机序列试验可以预测各种车辆试验的情况下，才能简化试验要求。

发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据试验的各种基础油和添加剂技术来判断有效性——通常指那些已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。如果引入的基础油或添加剂技术明显偏离现行做法，需要足够的车队试验支持数据，避免给车辆部件或排放控制系统带来不良影响。除了本规范中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。

任何个人或组织有责任引入新技术来执行车队试验，而润滑油营销商有责任确保新技术试验的顺利完成。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则其不得声称以合理和谨慎的方式行事。

ILSAC GF-5 最低性能标准包括经过相关小组开发的《粘度等级延伸和基础油互换指南》的试验。但应该指出的是，润滑油营销商在使用上述指南时，可依据自己的判断并自担风险。使用这些指南并不能免除营销商的责任，即其在市场上销售获得 **API ILSAC GF-5** 许可的任何产品须满足所有规定要求。

表 H-5—**ILSAC GF-5** 乘用车发动机机油最低性能标准（2021 年 4 月 30 日淘汰）

要求	标准
粘度要求	
SAE J300	润滑油应符合 SAE J300 的所有要求。粘度等级仅限于 SAE 0W、5W 和 10W 多级润滑油。
凝胶指数	ASTM D5133: 12 (最大) 在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C，或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估，以先发生者为准。
高温/高剪切	ASTM D4683、D4741 或 D5481
150°C 时的粘度, mPa·s	2.6 (最小)
发动机试验要求	
磨损和油增稠	ASTM 序列 IIIG (ASTM D7320)
运动粘度@40°C, %	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	4.0 (最小)

表 H-5—ILSAC GF-5 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2021 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
粘度要求（续表）	
热粘环	无
平均凸轮加挺杆磨损, μm	60 (最大)
或	
磨损和油增稠 ¹	ASTM 序列 IIIH (ASTM D8111)
40°C 时的运动粘度, %	150 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	3.7 (最小)
热粘环	无
老化油低温粘度	ASTM 序列 IIIGA
评估 ASTM D4684 (MRV TP-1) 方法	EOT 样品的 ASTM D4684 粘度必须符合原始等级或下一更高等级的要求
ASTM 序列 IIIGA 试验中的 EOT 润滑油	
磨损、油泥和漆膜	ASTM 序列 VG (ASTM D6593)
平均发动机机油泥, 加分	8.0 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	8.3 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.9 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.5 (最小)
滤油网油泥, 面积%	7.5 (最小)
滤油网碎屑, 面积%	15 (最大)
热粘压缩环	无
冷粘环	评估和报告
油环堵塞, 面积%	评估和报告
或	
磨损、油泥和漆膜	ASTM 序列 VH (ASTM D8256)
平均发动机机油泥, 加分	7.6 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.7 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.6 (最小)
滤油网堵塞, 面积%	评估和报告
热粘压缩环	无
气门机构磨损	ASTM 序列 IVA (ASTM D6891)
平均凸轮磨损 (平均 7 个位置), μm	90 (最大)

¹按表决 4131

表 H-5—ILSAC GF-5 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）
(2021 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
粘度要求（续表）	
轴瓦腐蚀	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
轴承重量损失, mg	26 (最大)
燃油经济性	ASTM 序列 VID (ASTM D7589)
SAE XW-20 粘度等级	
FEI 总和	2.6% 最小
FEI 2	100 小时老化后, 最小 1.2%
SAE XW-30 粘度等级	
FEI 总和	1.9% 最小
FEI 2	100 小时老化后, 最小 0.9%
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级	
FEI 总和	1.5% 最小
FEI 2	100 小时老化后, 最小 0.6%
或	
燃油经济性	ASTM 序列 VIE (ASTM D8114)
SAE XW-20 粘度等级	
FEI 总和	3.2% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.5%
SAE XW-30 粘度等级	
FEI 总和	2.5% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.2%
SAE 10W-30 和以上未列的所有其他粘度等级	
FEI 总和	2.2% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.0%
台架试验要求	
催化剂相容性	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, 质量百分比	0.08 (最大)
磷挥发性	ASTM D7320
(序列 IIIGB, 磷保持性)	79% (最小)
或	
磷挥发性	ASTM D8111
(序列 IIIHB, 磷保持性)	81% (最小)
含硫量	ASTM D4951、D5185 或 D2622
SAE 0W 和 5W 多级, % (质量)	0.5 (最大)

表 H-5—ILSAC GF-5 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2021 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
台架试验要求（续表）	
SAE 10W-30, % (质量)	0.6 (最大)
磨损	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, 质量百分比	0.06 (最小)
挥发性	ASTM D5800
蒸发损失, %	15 (最大), 250°C 下持续 1 小时 (注: 允许 D5800 中规定的计算转换。)
模拟蒸馏, %	ASTM D6417 371°C 时 10 (最大)
高温沉积物	TEOST MHT (ASTM D7097)
沉积物重量, mg	35 (最大)
高温沉积物	TEOST 33C (ASTM D6335)
总沉积物重量, mg	30 (最大) 注: SAE 0W-20 没有 TEOST 33C 限值。
过滤性	ASTM D6794
EOWTT, %	
含 0.6% 的水	50 (最大) 流量损失
含 1.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 2.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 3.0% 的水	50 (最大) 流量损失 注: 具有最高添加剂 (DI/VI) 浓度的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VI) 组合的基础油/粘度等级配方, 对结果进行延伸。必须检验每种不同的 (DI/VI) 组合。
EOFT, %	ASTM D6795 50 (最大) 流量损失
新油发泡特征	ASTM D892 (选项 A, 不包括第 11 段)
倾向, mL	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)
稳定, mL, 1 分钟沉淀后	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
新油高温发泡特征	ASTM D6082 (选项 A)
倾向, mL	100 (最大)
稳定, mL, 1 分钟沉淀后	0 (最大)
老化油低温粘度	ROBO (ASTM D7528)

表 H-5—ILSAC GF-5 乘用车发动机机油最低性能标准（续表）

(2021 年 4 月 30 日淘汰)

要求	标准
台架试验要求（续表）	
在 CCS 温度下，测定对应于原粘度等级的 EOT ROBO 样品的 CCS 粘度	<p>a) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，请在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。</p> <p>b) 如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。</p> <p>c) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。</p>
	或
	ASTM 序列 IIIGA (ASTM D7320)
	(续表)
老化油低温粘度（续表）	ASTM 序列 IIIGA (ASTM D7320)
	(续表)
在 CCS 温度下，测定对应于原粘度等级的 EOT ROBO 样品的 CCS 粘度	<p>i. 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。</p> <p>ii. 如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。</p> <p>iii. EOT IIIGA 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。</p>
剪切稳定性	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
100°C 下 10 小时剥离运动粘度	除 XW-20 以外，运动粘度必须保持在原始 SAE 粘度等级，XW-20 必须保持在 $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$
均质性和可混合性	ASTM D6922 保持均质性，混合 ASTM 试验监控中心 (TMC) 参考油之后，保持混合性。
发动机锈蚀	球锈蚀试验 (ASTM D6557)
平均灰度值	100 (最小)
乳液保持性	ASTM D7563 无水分离
0°C, 24 小时	无水分离
25°C, 24 小时	无水分离
弹性体相容性	ASTM D7216 附录 A2 关于弹性体相容性的候选油试验，应使用此处引用的并在 SAE J2643 中定义的五种标准参考弹性体 (SRE) 进行。候选油试验应按照 ASTM D7216 附录 A2 进行。候选后油浸弹性体应符合此处所列的规范限制：

弹性体材料 (SAE J2643)	试验程序	材料性能	单位	限值
聚丙烯酸酯橡胶	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-40, 40
氢化丁腈橡胶 (HNBR-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 5
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-20, 15
硅橡胶 (VMQ-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	硬度	件	-30, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-50, 5
氟碳化合物橡胶 (FKM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	硬度	件	-6, 6
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-65, 10
乙烯丙烯酸酯橡胶 (AEM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	硬度	件	-20, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-30, 30

适用文档：

1. SAE Standard, Engine Oil Viscosity Classification—SAE J300, SAE Handbook.
2. SAE Standard, Standard Reference Elastomers (SRE) for Characterizing the Effects on Vulcanized Rubbers, Proposed Draft 2003-5—SAE J2643, SAE Handbook.
3. ASTM Annual Book of Standards, Volume 5, Petroleum Products and Lubricants, current edition.
5. M. Batko and D. F. Florkowski, "Low Temperature Rheological Properties of Aged Crankcase Oils," SAE Paper 2000-01-2943.
6. M. Batko and D. F. Florkowski, "Lubricant Requirements of an Advanced Designed High Performance, Fuel Efficient Low Emissions V-6 Engine," SAE Paper 01FL-265

H.6 ILSAC GF-6A 和 GF-6B 乘用车发动机机油标准（2020 年 5 月 1 日生效）

日本汽车制造商协会及克莱斯勒集团有限责任公司、福特汽车公司和通用汽车公司的代表通过国际润滑剂标准化及认证委员会 (ILSAC)，共同制定和批准了用于火花点火式内燃机发动机机油的 ILSAC GF-6A 和 GF-6B 最低性能标准（见表 Q-6 和 Q-7）。

该标准指定了火花点火式内燃机发动机机油的最低性能要求（发动机序列和台架试验）以及化学和物理特性。预计很多发动机制造商会推荐 ILSAC GF-6A 和/或 GF-6B 润滑油。然而，个别原始设备制造商 (OEM) 可能会要求采用所包括的测试以外的性能参数，或对这些标准中包括的测试进行更严格的限制。

除了满足标准的要求外，在按 ILSAC GF-6A 和 GF-6B 标准销售产品时，润滑油营销商还有责任知晓并遵守有关物质使用限制、标签以及健康与安全信息的适用法律法规要求。营销商还有责任在对消费者和环境影响最小

的情况下开展业务。

对发动机机油性能的最终评估必须包括各种模拟全方位客户驾驶条件的车队试验。本文档中所列的发动机序列试验已指定用来替代车队试验，从而最大限度地减少试验时间和成本。只有在经过判断后，指定发动机序列试验可以预测各种车辆试验的情况下，才能简化试验要求。

发动机序列试验和车队试验之间的关系仅依据试验的各种基础油和添加剂技术来判断有效性——通常指那些已证明具有令人满意的使用性能，且当前被广泛采用的技术。如果引入的基础油或添加剂技术明显偏离现行做法，需要足够的车队试验支持数据，避免给车辆部件或排放控制系统带来不良影响。除了本标准中列出的其他性能要求外，还应进行车队试验。

任何个人或组织有责任引入新技术来执行车队试验，而润滑油营销商有责任确保新技术试验的顺利完成。如果营销商故意采用新技术，仅依据发动机序列试验的结果，而未验证新技术在车队试验中的适用性（模拟全方位的客户操作范围），则其不得声称以合理和谨慎的方式行事。

ILSAC GF-6A 和 GF-6B 最低性能标准包括经过相关小组开发的《粘度等级延伸和基础油互换指南》的试验。但应该指出的是，润滑油营销商在使用上述指南时，可依据自己的判断并自担风险。使用这些指南并不能免除营销商的责任，即其在市场上销售获得 API ILSAC GF-6A 或 GF-6B 许可的任何产品须满足所有规定要求。

表 H-6—ILSAC GF-6A 乘用车发动机机油标准

要求	标准
粘度要求	
SAE J300	润滑油应符合 SAE J300 的所有要求。粘度等级仅限于 SAE 0W、5W 和 10W 多级润滑油。
凝胶指数	ASTM D5133: 12 (最大) 在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C, 或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估, 以先发生者为准。
高温/高剪切	ASTM D4683、D4741 或 D5481
150°C 时的粘度, mPa·s	2.6 (最小)
发动机试验要求	
磨损和油增稠	ASTM 序列 IIIH (ASTM D8111)
运动粘度@40°C, %	100 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	4.2 (最小)
热粘环	无
磨损、油泥和漆膜	ASTM 序列 VH (ASTM D8256)
平均发动机机油泥, 加分	7.6 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.7 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.6 (最小)
滤油网油泥, 面积%	评估和报告
滤油网碎屑, 面积%	评估和报告
热粘压缩环	无
冷粘环	评估和报告
油环堵塞, 面积%	评估和报告
气门机构磨损	ASTM 序列 IVB (ASTM D8350)
平均入口挺杆体积损失 (平均 8 处), mm ³	2.7 (最大)
试验铁末端, ppm	400 (最大)
轴瓦腐蚀	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
轴承重量损失, mg	26 (最大)
燃油经济性	ASTM 序列 VI E (ASTM D8114)
SAE XW-20 粘度等级	
FEI 总和	3.8% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.8%

表 H-6—ILSAC GF-6A 乘用车发动机机油标准

要求	标准
发动机试验要求 (续表)	
SAE XW-30 粘度等级	
FEI 总和	3.1% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.5%
SAE 10W-30 粘度等级	
FEI 总和	2.8% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.3%
低速预点火保护	ASTM 序列 IX (ASTM D8291)
四次迭代平均事件数量	5 (最大)
每次迭代的事件数	8 (最大)
链条磨损	ASTM 序列 X (ASTM D8279)
增加百分比	0.085 (最大)
台架试验要求	
催化剂相容性	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, 质量百分比	0.08 (最大)
磷挥发性	ASTM D7320
(序列 IIIHB, 磷保持性)	81% (最小)
含硫量	ASTM D4951、D5185 或 D2622
SAE 0W 和 5W 多级, % (质量)	0.5 (最大)
SAE 10W-30, % (质量)	0.6 (最大)
磨损	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, % (质量)	0.06 (最小)
挥发性	ASTM D5800 (B&D)
蒸发损失, %	15.0 (最大), 250°C 下持续 1 小时
高温沉积物	TEOST 33C (ASTM D6335)
总沉积物重量, mg	30 (最大)
注: SAE 0W-20 没有 TEOST 33C 限值。	
过滤性	ASTM D6794
EOWTT, %	
含 0.6% 的水	50 (最大) 流量损失
含 1.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 2.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 3.0% 的水	50 (最大) 流量损失

表 H-6—ILSAC GF-6A 乘用车发动机机油标准（续表）

要求	标准
台架试验要求（续表）	
EOFT, %	注：具有最高添加剂（DI/VI）浓度的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂（DI/VI）组合的基础油/粘度等级配方，对结果进行延伸。 必须检验每种不同的（DI/VI）组合。
新油发泡特征 倾向, mL	ASTM D6795 50（最大）流量损失
新油发泡特征 序列 I	ASTM D892（选项 A, 不包括第 11 段“可选程序”） 10（最大）
新油发泡特征 序列 II	50（最大）
新油发泡特征 序列 III	10（最大）
新油发泡特征 稳定, mL, 1 分钟沉淀后 序列 I	0（最大）
新油发泡特征 稳定, mL, 1 分钟沉淀后 序列 II	0（最大）
新油发泡特征 稳定, mL, 1 分钟沉淀后 序列 III	0（最大）
新油高温发泡特征 倾向, mL	ASTM D6082（选项 A） 100（最大）
新油高温发泡特征 稳定性, mL, 1 分钟沉淀后	0（最大）
老化油低温粘度	
测定的最终配方的老化油低温粘度（根据附录 F 所述的现有延伸值）——包括通过 ROBO 或 IIIHA 测定的每个粘度等级许可的基础油和添加剂组合。	ROBO（ASTM D7528） a) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684（MRV TP-1）试验。
在与原始粘度等级相应的 CCS 温度下，测定 EOT ROBO 或 IIIHA 样品的 CCS 粘度	b) 如果测定的 CCS 大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684（MRV TP-1）试验。
	c) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。 或
老化油低温粘度	d) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684（MRV TP-1）试验。

表 H-6—ILSAC GF-6A 乘用车发动机机油标准（续表）

要求	标准
台架试验要求（续表）	
在与原始粘度等级相应的 CCS 温度下，测定 EOT ROBO 或 IIIHA 样品的 CCS 粘度	e) 如果测定的 CCS 粘度大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。 f) EOT IIIHA 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。
剪切稳定性	ASTM 序列 VIII (ASTM D6709)
100°C 下 10 小时剥离运动粘度	
XW-20	保持级别不变
XW-30	保持级别不变
均质性和可混合性	ASTM D6922 保持均质性，混合 ASTM 试验监控中心 (TMC) 参考油之后，保持混合性。
发动机锈蚀	球锈蚀试验 (ASTM D6557)
平均灰度值	100 (最小)
乳液保持性	ASTM D7563
0°C, 24 小时	无水分离
25°C, 24 小时	无水分离
弹性体相容性	ASTM D7216 附录 A2 关于弹性体相容性的候选润滑油试验，应使用此处引用的并在 SAE J2643 中定义的五种标准参考弹性体 (SRE) 进行。候选油试验应按照 ASTM D7216 附录 A2 进行。候选后油浸弹性体应符合此处所列的规范限制：

弹性体材料 (SAE J2643)	试验程序	材料性能	单位	限值
聚丙烯酸酯橡胶	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-40, 40
氢化丁腈橡胶 (HNBR-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 5
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-20, 15
硅橡胶 (VMQ-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	硬度	件	-30, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-50, 5
氟碳化合物橡胶 (FKM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	硬度	件	-6, 6
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-65, 10
乙烯丙烯酸酯橡胶 (AEM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	硬度	件	-20, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-30, 30

表 H-7—ILSAC GF-6B 乘用车发动机机油标准

要求	标准
粘度要求	
SAE J300	润滑油应符合 SAE J300 的所有要求。粘度等级仅限于 SAE 0W-16 润滑油。
凝胶指数	ASTM D5133: 12 (最大) 在-5°C 至达到 40,000 cP 时的温度下或-40°C, 或低于相应的 MRV TP-1 温度 (SAE J300 定义) 2°C 下进行评估, 以先发生者为准。
发动机试验要求	
磨损和油增稠	ASTM 序列 IIIH (ASTM D8111)
运动粘度@40°C, %	100 (最大)
平均加权活塞沉积, 加分	4.2 (最小)
热粘环	无
磨损、油泥和漆膜	ASTM 序列 VH (ASTM D8256)
平均发动机机油泥, 加分	7.6 (最小)
平均摇臂盖油泥, 加分	7.7 (最小)
发动机平均漆膜, 加分	8.6 (最小)
活塞裙平均漆膜, 加分	7.6 (最小)
滤油网油泥, 面积%	评估和报告
滤油网碎屑, 面积%	评估和报告
热粘压缩环	无
冷粘环	评估和报告
油环堵塞, 面积%	评估和报告
气门机构磨损	ASTM 序列 IVB (ASTM D8350)
平均入口挺杆体积损失 (平均 8 处), mm ³	2.7 (最大)
试验铁末端, ppm	400 (最大)
燃油经济性	ASTM 序列 VIF (ASTM D8226)
SAE 0W-16 粘度等级	
FEI 总和	4.1% 最小
FEI 2	125 小时老化后, 最小 1.9%
低速预点火保护	ASTM 序列 IX (ASTM D8291)
四次迭代平均事件数量	5 (最大)
每次迭代的事件数	8 (最大)
链条磨损	ASTM 序列 X (ASTM D8279)
增加百分比	0.085 (最大)

表 H-7—ILSAC GF-6B 乘用车发动机机油标准（续表）

要求	标准
台架试验要求	
催化剂相容性	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, 质量百分比	0.08 (最大)
磷挥发性	ASTM D7320
(序列 IIIHB, 磷保持性)	81% (最小)
含硫量	ASTM D4951、D5185 或 D2622
SAE 0W 和 5W 多级, % (质量)	0.5 (最大)
磨损	ASTM D4951 或 D5185
磷含量, % (质量)	0.06 (最小)
挥发性	ASTM D5800 (B&D)
蒸发损失, %	15.0 (最大), 250°C 下持续 1 小时
过滤性	ASTM D6794
EOWTT, %	
含 0.6% 的水	50 (最大) 流量损失
含 1.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 2.0% 的水	50 (最大) 流量损失
含 3.0% 的水	50 (最大) 流量损失
注: 具有最高添加剂 (DI/VI) 浓度的试验配方。对于所有其他使用同等或更低浓度的相同添加剂 (DI/VI) 组合的基础油/粘度等级配方, 对结果进行延伸。必须检验每种不同的 (DI/VI) 组合。	
EOFT, %	ASTM D6795
	50 (最大) 流量损失
新油发泡特征	ASTM D892 (选项 A, 不包括第 11 段 “可选程序”)
倾向, mL	
序列 I	10 (最大)
序列 II	50 (最大)
序列 III	10 (最大)
稳定, mL, 1 分钟沉淀后	
序列 I	0 (最大)
序列 II	0 (最大)
序列 III	0 (最大)
新油高温发泡特征	ASTM D6082 (选项 A)
倾向, mL	100 (最大)
稳定性, mL, 1 分钟沉淀后	0 (最大)

表 H-7—ILSAC GF-6B 乘用车发动机机油标准（续表）

要求	标准
台架试验要求（续表）	
老化油低温粘度	ROBO (ASTM D7528) <ul style="list-style-type: none"> g) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV tP-1) 试验。 h) 如果测定的 CCS 粘度大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。 i) EOT ROBO 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。 <p>或</p> <ul style="list-style-type: none"> j) 如果测定的 CCS 粘度小于或等于原粘度等级规定的最大 CCS 粘度，在 SAE J300 针对原粘度等级指定的 MRV 温度下进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。 k) 如果测定的 CCS 粘度大于 J300 中针对原粘度等级指定的最大粘度，请在 5°C 以上的温度条件下（也即 SAE J300 中为下个高粘度等级指定的 MRV 温度）进行 ASTM D4684 (MRV TP-1) 试验。 l) EOT IIIHA 样品在 D4684 试验中不得表现出屈服应力，其 D4684 粘度必须小于 SAE J300 中为原粘度等级或下个高粘度等级指定的最大值，具体取决于 CCS 粘度等级，如以上 a) 或 b) 所示。
老化油低温粘度	测定的最终配方的老化油低温粘度 (根据附录 F 所述的现有延伸值) — —包括通过 ROBO 或 IIIHA 测定的每个粘度等级许可的基础油和添加剂组合。 在与原始粘度等级相应的 CCS 温度下，测定 EOT ROBO 或 IIIHA 样品的 CCS 粘度
剪切稳定性	柴油发射机 (ASTM D6278)
100°C 下通过 30 次, cSt	5.8 (最小)
均质性和可混合性	ASTM D6922 保持均质性，混合 ASTM 试验监控中心 (TMC) 参考油之后，保持混合性。
发动机锈蚀	球锈蚀试验 (ASTM D6557)
平均灰度值	100 (最小)
乳液保持性	ASTM D7563
0°C, 24 小时	无水分离
25°C, 24 小时	无水分离
弹性体相容性	ASTM D7216 附录 A2 关于弹性体相容性的候选润滑油试验，应使用此处引用的并在 SAE J2643 中定义的五种标准参考弹性体 (SRE) 进行。候选油试验应按照 ASTM D7216 附录 A2 进行。候选后油浸弹性体应符合此处所列的规范限制：

弹性体材料 (SAE J2643)	试验程序	材料性能	单位	限值
聚丙烯酸酯橡胶	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-40, 40
氢化丁腈橡胶 (HNBR-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	硬度	件	-10, 5
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-20, 15
硅橡胶 (VMQ-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	硬度	件	-30, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-50, 5
氟碳化合物橡胶 (FKM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	硬度	件	-6, 6
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-65, 10
乙烯丙烯酸酯橡胶 (AEM-1)	ASTM D471	体积	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	硬度	件	-20, 10
	ASTM D412	抗拉强度	% Δ	-30, 30

适用文档:

1. SAE Standard, Engine Oil Viscosity Classification—SAE J300, SAE Handbook.
2. SAE Standard, Standard Reference Elastomers (SRE) for Characterizing the Effects on Vulcanized Rubbers, Proposed Draft 2003-5—SAE J2643, SAE Handbook.
3. ASTM Annual Book of Standards, Volume 5, Petroleum Products and Lubricants, current edition.
4. M. Batko and D. F. Florkowski, "Low Temperature Rheological Properties of Aged Crankcase Oils," SAE Paper 2000-01-2943.
5. M. Batko and D. F. Florkowski, "Lubricant Requirements of an Advanced Designed High Performance, Fuel Efficient Low Emissions V-6 Engine," SAE Paper 01FL-265

附录 I

按粘度等级划分的 API 重型服务类别要求

I.1 API 服务类别 CH-4

表 I-1—API CH-4 服务类别要求

类别	试验方法	额定和实测参数	Ch-4 发动机试验		
			一次试验	两次试验 ^a	三次试验 ^a
CH-4	D6681 (1P) ^b	加权扣分 (WDP)， 最大	350	378	390
		顶槽碳 (TGC)， 扣分， 最大	36	39	41
		顶层地碳 (TLC)， 扣分， 最大	40	46	49
		平均油耗, g/h (0 h – 360 h), 最大	12.4	12.4	12.4
		最终油耗, (312 h – 360 h), g/h, 最大	14.6	14.6	14.6
		活塞、环和内衬磨损	无	无	无 ^c
D6750 (1K) ^d	加权扣分 (WDK), %, 最大 顶槽填料 (TGF), %, 最大 顶层土地重质碳 (TLHC), %, 最大 平均油耗, g/kWh (0 h – 252 h), 最大 g/MJ (0 h – 252 h), 最大 活塞、环和内衬磨损	加权扣分 (WDK), %, 最大	332	347	353
		顶槽填料 (TGF), %, 最大	24	27	29
		顶层土地重质碳 (TLHC), %, 最大	4	5	5
		平均油耗,	0.54	0.54	0.54
		g/MJ (0 h – 252 h), 最大	0.15	0.15	0.15
		活塞、环和内衬磨损	无	无	无 ^c
D6483 (T-9)	(T-9)	平均内衬磨损, 归化为 1.75% 烟尘, μm , 最大	25.4	26.6	27.1
		平均顶环质量损失, mg, 最大 ^e	120	136	144
		EOT 废油铅含量减去新油铅含量, mg/kg, 最大	25	32	36
D6987/D6987M (T10)	(T10)	内衬磨损, μm , 最大	32	34	35
		环磨损, mg, 最大	150	159	163
		EOT 时的铅含量, mg/kg, 最大	50	56	59
D7422 (T-12)	(T-12)	内衬磨损, μm , 最大	30.0	30.8	31.1
		顶环质量损失, mg, 最大	120	132	137
		EOT 时的铅含量, mg/kg, 最大	65	75	79
D5966 (RFWT)	(RFWT)	平均销磨损,			
		密尔, 最大	0.30	0.33	0.36
D6838 (M11) ^f	(M11) ^f	(μm) 最大	(7.6)	(8.4)	(9.1)
		摇杆垫平均质量损失, 归化为 4.5% 烟尘, mg, 最大	6.5	7.5	8.0
		EOT 时滤油器压差, kPa, 最大	79	93	100
D7468 (ISM)	(ISM)	或发动机平均油泥, EOT 时的 CRC 加分, 最小	8.7	8.6	8.5
		联杆器磨损, mg, 最大	7.5	7.8	7.9
		滤油器压差, 150 小时, kPa, 最大	79	95	103
D5967 (延伸 T-8E) ^g	(延伸 T-8E) ^g	油泥评级, CRC 加分, 最小	8.1	8.0	8.0
		通过 TGA 测定 4.8% 烟尘时的相对粘度, 最大	2.1	2.2	2.3
		通过 TGA 测定 3.8% 烟尘时增加的粘度, mm^2/s , 最大	11.5	12.5	13.0

CH-4

(续上页)

Ch-4 发动机试验

D6984 (序列 IIIF)	40°C 时, 60 小时粘度, 从 10 分钟样本增加, %最大	295	295	295
		(MTAC) ^h		MTAC ^h
或				
D7320 (序列 IIIG) <i>i</i>	40°C 时, 运动粘度, %, 最大	150	150(MTAC)	150(MTAC)
	或			
D8111 (序列 IIIH) 使用 IIIH60 (附件 X4)	40°C 时, 60 小时运动粘度, %, 最大	249	249(MTAC)	249(MTAC)
D6894 (EOAT) <i>j</i>	曝气量, %最大	8.0	8.0	8.0
		(MTAC) ^h		(MTAC) ^h

Ch-4 台架试验

类别	试验方法	额定和实测参数	主要性能标准		
			一次试验	二次试验	三次试验
CH-4	D6594 (135°C 时的 HTCBT)	废油元素浓度 铜, mg/kg 增加量, 最大	20	N/A	N/A
		铅, mg/kg 增加量, 最大	120	--	--
		锡, mg/kg 增加量	报告	--	--
		铜带等级, ^k 最大	3	--	--
	D892 不允许选项 A	发泡/沉淀 ^l 序列 I	一次试验	二次试验 ^a	三次试验 ^a
		序列 II	10/0	N/A	N/A
		序列 III	20/0	N/A	N/A
		SAE 等级:	10W-30	15W-40	
	D5800 (NOACK)	250°C 时的挥发性百分比, 最大	20	18	
	或				
	D6417	371°C 时的挥发性百分比, 最大	17	15	
	D6278	SAE 等级: 剪切后的运动粘度, mm ² /s, 100°C 时, 最小	XW-30	XW-40	
			9.3	12.5	

^a更多信息见 ASTM D4485, 附录 A3。^b见 ASTM 研究报告 RR: 02-1441^c如果进行了三个或更多操作有效的试验, 则这些试验大部分不得存在磨损。将存在磨损的试验视为不可解释, 且将此类试验数据从平均数中剔除。^d参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1273。^e参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1440。^f参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1439。^g合格的 T-11 (100°C 时, 12.0 mm²/s 增速, TGA%烟尘, 最小) —6.00 (第一次测试), 5.89 (第二次测试) 和 5.85 (第三次测试) —可以在适用类别中代替 T-8E 使用。这并不是为了表明等同性。^h见 ASTM D4485, 附录 A2; 使用无变换的方法。ⁱ所示的序列 IIIG 限制比序列 IIIF 中的相应限制更严格, 并不意味着等同于此。

符合所述序列 IIIG 标准的结果可代替序列 IIIF。

^j参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1379。

^a试验方法 D130 中的评级系统被用来对试验方法 D6594 中的铜试样进行评级。

^b序列 I、II 和 III 为 10 分钟。

I.2 API 服务类别 CI-4

表 I-2—API CI-4 服务类别要求

类别	试验方法	额定和实测参数	CI-4 发动机试验		
			一次试验	两次试验 ^a	三次试验 ^a
CI-4					
D6750 ^b (1K)	加权扣分 (WDK)	332	347	353	
	顶槽填料 (TGF) , %, 最大	24	27	29	
	顶层土地重质碳 (TLHC) , %, 最大	4	5	5	
	平均油耗, g/kWh (0 h – 252 h) , 最大	0.54	0.54	0.54	
	g/MJ (0 h – 252 h) , 最大	0.15	0.15	0.15	
	活塞、环和内衬磨损	无	无	无	
D6681 (1P)	加权扣分 (WDP) , 最大	350	378	390	
	顶槽碳 (TGC) , 扣分, 最大	36	39	41	
	顶层地碳 (TLC) , 扣分, 最大	40	46	49	
	平均油耗, g/h (0 h – 360 h) , 最大	12.4	12.4	12.4	
	最终油耗, (312 h – 360 h) , g/h, 最大	14.6	14.6	14.6	
	活塞、环和内衬磨损	无	无	无	
或					
D6923 (1R)	加权扣分 (WDR)	382	396	402	
	顶槽碳 (TGC) , 扣分, 最大	52	57	59	
	顶层地碳 (TLC) , 扣分, 最大	31	35	36	
	初始油耗 (IOC) , (0 h – 252 h) , g/h, 平均	13.1	13.1	13.1	
	最终油耗, (432 h – 504 h) , g/h, 平均, 最大	IOC + 1.8	IOC + 1.8	IOC + 1.8	
	活塞、环和内衬受损	无	无	无	
	环粘连	无	无	无	
D5967 (延伸 T-8E) ^c	4.8%烟尘时的相对粘度 ^d	1.8	1.9	2.0	
D6987/D6987M (T10)	加分评级, 最小 ^a	1000	1000	1000	
或					
D7422 (T-12)	加分评级, 最小 ^a	1000	1000	1000	
D5966 (RFWT)	平均销磨损,				
	密尔, 最大	0.30	0.33	0.36	
	(μm) 最大	7.6	8.4	9.1	
D6975 (M11 EGR)	平均联杆器质量损失, mg, 最大	20.0	21.8	22.6	
	平均顶环质量损失, mg	报告	报告	报告	
	滤油器压差, 250 小时, kPa, 最大	275	320	341	
或					
D7468 (ISM)	发动机平均油泥, EOT 时的 CRC 加分, 最小	7.8	7.6	7.5	
	联杆器磨损, mg, 最大	7.5	7.8	7.9	
	滤油器压差, 150 小时, kPa, 最大	55	67	74	

		油泥评级, CRC 加分, 最小	8.1	8.0	8.0
(接下页)					
CI-4 发动机试验					
类别	试验方法	额定和实测参数	主要性能标准		
CI-4			一次试验	二次试验 ^a	三次试验 ^a
	D6984 (序列 IIIF) ^e	40°C 时的运动粘度, %增加量, 最大	275	275(MTAC)	275 MTAC
或					
	D7320 (序列 IIIG) ^f	40°C 时, 运动粘度, %增加量, 最大	150	150(MTAC)	150(MTAC)
或					
	D8111 (序列 IIIH)	40°C 时, 60 小时-80 小时 ^g 的运动粘度, %增加量, 最大	370	370(MTAC)	370 MTAC
或					
	D8111 (序列 IIIH 使用 IIIH70 附件 X5 指南)	40°C 时, 70 小时运动粘度, %增加量, 最大	181	181(MTAC)	181(MTAC)
	D6894 (EOAT) ^h	曝气, 体积百分比, 最大	8.0	8.0(MTAC) ⁱ	8.0(MTAC) ⁱ
CI-4 台架试验					
类别	试验方法	额定和实测参数	主要性能标准		
CI-4	D6594 (135°C 时的 HTCBT)	铜, mg/kg 增加量, 最大	20	--	--
		铅, mg/kg 增加量, 最大	120	--	--
		锡, mg/kg 增加量	报告	--	--
		铜带等级, ^j 最大	3	--	--
	D892 不允许选项 A	发泡/沉淀 ^k			
		序列 I	10/0	--	--
		序列 II	20/0	--	--
		序列 III	10/0	--	--
	D5800 (NOACK)	250°C 时的挥发性百分比, 最大	15	--	--
	D6278	SAE 等级:	XW-30	XW-40	
		剪切后的运动粘度, mm ² /s, 100°C 时, 最小	9.3	12.5	
	D4683 或 D4741 或 D5481'	150°C 时的高温/高剪切粘度 ^m , mPa·s		3.5	
	D4684 (MRV TP- 1)	以下限制适用于 SAE 粘度等级 0W, 5W, 10W, 和 15W: 根据 T-10 试验 (或 T-10A ⁿ 试验) 得出的废油样 75 小 时的粘度,		25 000	
		或 根据 T-12 试验 (或 T-12A ⁿ 试验) 得到的、-20°C 下的 废油样 100 小时粘度, mPa·s, 最大			
		如果检测到屈服应力, 则使用修改后的 D4684 ^p (外部 预热), 那么 mPa·s, 最大		25 000	
		且屈服应力, Pa		<35	

^a更多信息见 ASTM D4485, 附录 A4。

^b参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1273。另外，也可以使用测试方法 D6750 (1N)；如果使用这种测试方法，测量参数和主要性能标准与测试方法 D6750 (1N) 在 CJ-4 类别中显示的参数相同。

^c合格的 T-11 (100°C 时, 12.0 mm²/s 增速, TGA%烟尘, 最小) —6.00 (第一次测试), 5.89 (第二次测试) 和 5.85 (第三次测试) —可以在适用类别中代替 T-8E 使用。这并不是为了表明等同性。

^d相对粘度 (RV) =4.8%烟尘时的粘度/测试方法 D6278 中剪切的新油的粘度。

^e参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1391。

^f所示的序列 IIIG 限制比序列 IIIF 中的相应限制更严格，并不意味着等同于此。符合所述序列 IIIG 标准的结果可代替序列 IIIF。

$$\left(\frac{\sqrt{PVIS@60\text{ h}} + \sqrt{PVIS@80\text{ h}}}{2} \right)^2$$

^g 60 - 80 h 的值根据公式 PVIS@ (60 - 80) h= 进行插值，其中 PVIS@60 h 是 60 时的粘度增加百分比，PVIS@80 h 是 80 时的粘度增加百分比。

^h参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1379。

ⁱ见 ASTM D4485, 附录 A2; 使用无变换的方法。

^j试验方法 D130 中的评级系统被用来对试验方法 D6594 中的铜试样进行评级。

^k序列 I、II 和 III 为 10 分钟。

^l SAE J300 中允许的测试。

^m由实践 D3244 定义的非关键规格；仅可由 SAE J300 规定的适用的更高限制所取代。

ⁿ T-10A 试验是对 T-10 试验运行 75 小时的名称，以产生用于试验方法 D4684 测量的样品。

^o T-12A 试验是对 T-12 试验运行 100 小时的名称，以产生用于试验方法 D4684 测量的样品。

^p参考 ASTM 研究报告 RR: D02-1517。

CI-4 弹性体相容性未经调整的规格限制 ^a

ASTM 台架试验	弹性体	CI-4
D7216 (密封件兼容性)	腈 (NBR)	
	体积变化, %	(+5,-3)
	硬度变化, 点	(+7,-5)
	抗拉强度变化, %	(+10,-TMC 1006 ^b)
	断裂伸长率变化, %	(+10,-TMC 1006)
	硅酮 (VMQ)	
	体积变化, %	(+TMC 1006,-3)
	硬度变化, 点	(+5,-TMC 1006)
	抗拉强度变化, %	(+10,-45)
	断裂伸长率变化, %	(+20,-30)
	聚丙烯酸酯 (ACM)	
	体积变化, %	(+5,-3)
	硬度变化, 点	(+8,-5)
	抗拉强度变化, %	(+18,-15)
	断裂伸长率变化, %	(+10,-35)
	氟橡胶 (FKM)	
	体积变化, %	(+5,-2)
	硬度变化, 点	(+7,-5)
	抗拉强度变化, %	(+10,-TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10,-TMC 1006)

^a这些是未经调整的弹性体相容性的规格限制。但是，候选油应符合调整后的规格限制，其计算方法在 ASTM D4485 的附录 A5 中有所描述。

^b TMC 1006 是本试验法中使用的参考油的名称。这一指定代表了 TMC 1006 的原始混合或随后批准的再混合。

I.3 API 服务类别 CJ-4

表 I-3—API CJ-4 服务类别要求

类别	试验方法	额定和实测参数	CJ-4 发动机试验		
			一次试验	二次试验	三次试验
CJ-4	D6750 (1N)	加权扣分 (WDN), 最大 顶槽填料 (TGF), %, 最大 顶层土地重质碳 (TLHC), %, 最大 平均油耗, g/kWh (0 h – 252 h), 最大 g/MJ (0 h – 252 h), 最大 活塞、环和内衬磨损 活塞环粘连	286.2 20 3 0.54 0.15 无 无	311.7 23 4 0.54 0.15 无 无	323.0 25 5 0.54 0.15 无 无
	D7549 (C13)	加分评级, ^a 最小 热粘活塞环	1000 无	1000 无	1000 无
	D7484 (ISB)	滑块挺杆的质量损失, mg, 平均, 最大 凸轮凸轮片磨损, 平均, 最大 联杆器质量损失, mg, 平均	100 55 报告	108 59 报告	112 61 报告
	D7468 (ISM)	加分评级, ^a 最小 顶环质量损失, mg, 最大	1000 100	1000 100	1000 100
	D5966 (RFWT)	平均销磨损 密尔, 最大 μm , 最大	0.30 (7.6)	0.33 (8.4)	0.36 (9.1)
	D6894 (EOAT)	曝气, 体积, %, 最大	8.0	8.0	8.0
	D7156 (T-11)	TGA% 烟尘, 以 $4.0\text{mm}^2/\text{s}$ 速率增加, 100°C 下, 最小 TGA% 烟尘, 以 $12.0\text{mm}^2/\text{s}$ 增加速率增加, 100°C 下, 最小 TGA% 烟尘, 以 $15.0\text{mm}^2/\text{s}$ 增加速率增加, 100°C 下, 最小	3.5 6.0 6.7	3.4 5.9 6.6	3.3 5.9 6.5
	D7422 (T-12)	加分评级, ^a 最小	1000	1000	1000
	D6984 (序列 IIIF) 或	40°C 时的运动粘度, %增加量, 最大	275	275(MTAC)	275 MTAC
	D7320 (序列 IIIG) ^b 或	40°C 时的运动粘度, %增加量, 最大	150	150(MTAC)	150(MTAC)
	D8111 (序列 IIIH) 或	40°C 时, 60 小时-80 小时 ^c 的运动粘度, %增加量, 最大	370	370(MTAC)	370MTAC
	D8111 (序列 IIIH, 使用 IIIH70 附件 X5 指南)	40°C 时, 70 小时运动粘度, %增加量, 最大	181	181(MTAC)	181(MTAC)

CJ-4 台架试验

类别	试验方法	额定和实测参数	主要性能标准		
CJ-4	D6594 (135°C 时的 HTCBT)	铜, mg/kg 增加量, 最大 铅, mg/kg 增加量, 最大 铜带等级, ^d 最大	20 120 3	-- -- --	-- -- --
D892	发泡/沉淀 ^e (泡沫)	序列 I 序列 II 序列 III	10/0 20/0 10/0	-- -- --	-- -- --
D5800 (NOACK)	250°C 时的蒸发损失, %, 最大		10W-30 15		其他等级 13
D7109	SAE 等级: 90 次通过剪切后的运动粘度, mm ² /s, 100°C 时, 最小		XW-30 9.3		XW-40 12.5
D4683 或 D4741 或 D5481 高温/高剪切力	150°C 时的高温/高剪切粘度, 最小			3.5	
D6896 (MRV TP- 1)	在-20°C 下测试的 T-11 试验中, 180 小时废油样品的 粘度, mPa·s, 最大 如果检测到屈服应力, 使用修正的试验方法 (外部预 热), 然后测量粘度, mPa·s, 最大 测量屈服应力, Pa			25 000 25 000 <35	

CJ-4 化学限制

类别	试验方法	实测参数
CJ-4	D874	硫酸灰的质量分数, %, 最大
	D4951	磷的质量分数, %, 最大 硫的质量分数, %, 最大
		1.0 0.12 0.4

^a更多信息见 ASTM D4485, 附录 A6^b所示的序列 IIIG 限制比序列 IIIF 中的相应限制更严格, 并不意味着等同于此。符合所述序列 IIIG 标准的结果可代替序列 IIIF。

^c60 - 80 h 的值根据公式 PVIS@ (60 - 80) h = $\left(\frac{\sqrt{PVIS@60\text{ h}} + \sqrt{PVIS@80\text{ h}}}{2} \right)^2$ 进行插值, 其中 PVIS@60 h 是 60 时的粘度增加百分比, PVIS@80 h 是 80 时的粘度增加百分比。

^d试验方法 D130 中的评级系统被用来对试验方法 D6594 中的铜试样进行评级。^e序列 I、II 和 III 为 10 分钟。

CJ-4 弹性体相容性未经调整的规格限制^a

ASTM 台架试验	弹性体	CI-4
D7216 (密封件兼容性)		
	腈 (NBR)	
	体积变化, %	(+5, -3)
	硬度变化, 点	(+7, -5)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006 ^b)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)
	硅酮 (VMQ)	
	体积变化, %	(+TMC 1006, -3)
	硬度变化, 点	(+5, -TMC 1006)
	抗拉强度变化, %	(+10, -45)
	断裂伸长率变化, %	(+20, -30)
	聚丙烯酸酯 (ACM)	
	体积变化, %	(+5, -3)
	硬度变化, 点	(+8, -5)
	抗拉强度变化, %	(+18, -15)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -35)
	氟橡胶 (FKM)	
	体积变化, %	(+5, -2)
	硬度变化, 点	(+7, -5)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)
	Vamac G	
	体积变化, %	(+TMC 1006, -3)
	硬度变化, 点	(+5, -TMC 1006)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)

^a这些是未经调整的弹性体相容性的规格限制。但是，候选油应符合调整后的规格限制，其计算方法在 ASTM D4485 的附录 A5 中有所描述。

^b TMC 1006 是本试验法中使用的参考油的名称。这一指定代表了 TMC 1006 的原始混合或随后批准的再混合。

I.4 API 服务类别 CK-4 和 FA-4

表 I-4—API CK-4 和 FA-4 服务类别要求

类别	试验方法	额定和实测参数	CK-4 和 FA-4 发动机试验		
			一次试验	两次试验 ^a	三次试验 ^a
CK-4 或 FA-4	D7422 (T-12)	顶环质量损失, mg, 最大 汽缸衬垫, μm, 最大	105 24.0	105 24.0	105 24.0
	D8048 (T-13)	EOT 下的 IR 峰值, Abs., cm ⁻¹ 40°C 时, 运动粘度增加值, %, 最大 平均油耗, (48 h – 192 h), g/h, 最大	125 75 报告	130 85 报告	133 90 报告
	D7156 (T-11) ^b	TGA% 烟尘, 以 4.0mm ² /s 速率增加, 100°C 下, 最小 TGA% 烟尘, 以 12.0mm ² /s 增加速率增加, 100°C 下, 最小 TGA% 烟尘, 以 15.0mm ² /s 增加速率增加, 100°C 下, 最小	3.5 6.0 6.7	3.4 5.9 6.6	3.3 5.9 6.5
	D7549 (C13)	加分评级, ^a 最小	1000	1000	1000
	D8047 (COAT)	平均曝气量 ^a , 40 小时至 50 小时, %	11.8	11.8	11.8
	D7484 (ISB)	滑块挺杆的质量损失, mg, 平均, 最大 凸轮凸轮片磨损, 平均, 最大 联杆器质量损失, mg, 平均	100 55 报告	108 59 报告	112 61 报告
	D7468 (ISM)	顶环质量损失, mg, 最大 加分评级 ^a	100 1000	100 1000	100 1000
	D6750 (1N)	加权扣分 (WDN), 最大 顶槽填料 (TGF), %, 最大 顶层土地重质碳 (TLHC), %, 最大 油耗, g/kWh (0 h – 252 h), 最大 g/MJ (0 h – 252 h), 最大 活塞、环和内衬磨损 活塞环粘连	286.2 20 3 0.54 0.15 无 无	311.7 23 4 0.54 0.15 无 无	323.0 25 5 0.54 0.15 无 无
	D5966 (RFWT)	平均销磨损, 密耳, 最大 (μm) 最大	0.30 (7.6)	0.33 (8.4)	0.36 (9.1)

CK-4 和 FA-4 台架试验

ASTM 台架试验	实测参数	主要性能标准	
		CK-4	FA-4
		SAE J300 粘度 xW-30, xW-40	SAE J300 粘度 xW-30
D4683	高温/高剪切 150°C 时的粘度, mPa·s		
(高温/高剪切力)	xW-30 级, 最小	3.5	2.9
或 D4741 或 D5481	xW-30 级, 最大	N/A	3.2
D6594 (135°C 时 HTCBT)	xW-40 级	符合 SAE J300	N/A
铜, mg/kg 增加量, 最大		20	20
铅, mg/kg 增加量, 最大		120	120
铜带评级, 最大		3	3
D7109	90 次通过剪切后的运动粘度, mm²/s, 100°C 时, 最小		
	xW-30	9.3	9.3
	0W-40	12.5	N/A
	其他 xW-40	12.8	N/A
	150°C 时 HTHS 粘度 (见上述方法), 最小 xW-30 级	3.4	2.8
D5800 (NOACK)	250°C 时的蒸发损失, %, 最大	13	13
D892	发泡/沉淀, mL, 最大		
	序列 I	10/0	10/0
	序列 II	20/0	20/0
	序列 III	10/0	10/0
D6896 (烟灰化油 MRV TP-1) (D7156 发动机试验要求)	在-20°C 下测试 T-11/T-11a 试验中, 180 小时废油样品的粘度, mPa·s, 最大	25000	25000
	上述 180 小时使用过的油样的屈服应力, Pa, 最大	<35	<35

CK-4 和 FA-4 化学限制

ASTM 台架试验	实测参数	主要性能标准	
		CK-4	FA-4
		SAE J300 粘度 xW-30, xW-40	SAE J300 粘度 xW-30
D874	硫酸灰的质量分数, %, 最大	1.0	1.0
D4951 或 D5185	磷的质量分数, %, 最大	0.12	0.12
D4951 或 D5185	硫的质量分数, %, 最大	0.4	0.4

^a 其他信息见 ASTM D4485 附录 A6。^b MRV 要求被列作为一个台架试验。

CK-4 和 FA-4 弹性体相容性未经调整的规格限制

ASTM 台架试验	弹性体	CK-4	FA-4
D7216 (密封件兼容性)	腈 (NBR)		
	体积变化, %	(+5, -3)	(+5, -3)
	硬度变化, 点	(+7, -5)	(+7, -5)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)
	硅酮 (VMQ)		
	体积变化, %	(+TMC 1006, -3)	(+TMC 1006, -3)
	硬度变化, 点	(+5, -TMC 1006)	(+5, -TMC 1006)
	抗拉强度变化, %	(+10, -45)	(+10, -45)
	断裂伸长率变化, %	(+20, -30)	(+20, -30)
	聚丙烯酸酯 (ACM)		
	体积变化, %	(+5, -3)	(+5, -3)
	硬度变化, 点	(+8, -5)	(+8, -5)
	抗拉强度变化, %	(+18, -15)	(+18, -15)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -35)	(+10, -35)
	氟橡胶 (FKM)		
	体积变化, %	(+5, -2)	(+5, -2)
	硬度变化, 点	(+7, -5)	(+7, -5)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)
	Vamac G		
	体积变化, %	(+TMC 1006, -3)	(+TMC 1006, -3)
	硬度变化, 点	(+5, -TMC 1006)	(+5, -TMC 1006)
	抗拉强度变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)
	断裂伸长率变化, %	(+10, -TMC 1006)	(+10, -TMC 1006)

注:

1. 这些是未经调整的弹性体相容性的规格限制。但是, 候选油应符合 ASTM D4485 附录 A4 中描述的调整后的规格限制。
2. TMC 1006 是 ASTM D7216 中使用的参考油的名称。这一指定代表了 TMC 1006 的原始混合或随后批准的再混合。

附录 J 针对 C 类补充的性能要求

J.1 范围

本附录介绍了 API 润滑油标准工作组对当前的 C 类所采取的补充台架与发动机试验要求。满足本附录确定的补充要求并适当获得 API 许可的润滑油，可在 API 服务符号的下部显示补充分类，并于上部显示相关的 C 类。

J.2 CI-4 PLUS 与 CJ-4 的台架与发动机试验要求

满足以下确定的 CI-4 PLUS 的发动机与台架试验要求并适当获得 API 许可的润滑油，可在 API 服务符号下部显示 CI-4 PLUS，并于上部显示 API CI-4 和/或 CJ-4 服务类别。FA-4 的性能不能用 CI-4 PLUS 来要求。本附录内的要求包括 Mack T-11 试验的初次基础油互换与粘度等级延伸指南。营销商还必须查阅 API 1509，了解关于获得 CI-4 PLUS 许可的更多指南。

J.2.1 90 次通过剪切稳定性台架试验^a

最终的配方必须满足以下剪切稳定性要求：在喷油器的剪切台架试验中通过 90 次后，润滑油在 100°C 下的运动粘度必须在其 SAE 等级内。^b

J.2.2 Mack T-11 发动机试验^a

所有候选试验必须在 ASTM 校准的试验台内进行。Mack T-11 的限值如下：

TGA %烟尘在 12.0 cSt、100°C 下时增加	6.00（最小） ^{c,d}
线性插值——从 2 个数据点开始	
【新粘度——通过 90 次后（根据 S.2.1 的方法）】	

J.2.2.1 基础油互换

本节总结了获得许可的配方基础油的饱和烃含量与试验油的饱和烃含量之间的对比方法。试验油的饱和烃含量系指 ASTM D2007 确定的基础油混合的数值。若要将试验油的添加剂调整至最终配方，应仅遵循当前版本的 ACC 实施规程内所含的轻微配方改良指南。

表 J-1 与 J-2 以及图 J-1 内为确定基础油互换而采用的方法适用于与 API CJ-4 相关的所有 Mack T-11 发动机试验，也适用于与带有 CI-4 PLUS 的 API CI-4 相关的 Mack T-11 发动机试验（自 2006 年 4 月 28 日后开始）。为与 API CI-4 和 CI-4 PLUS 相关的 Mack T-11 发动机试验进行的基础油互换（在 2006 年 4 月 28 日前开始）应根据表 J-3 确定。

就 Mack T-11 试验而言，允许根据表 J-1 进行基础油互换：

表 J-1—与 CJ-4 和带有 CI-4 PLUS 的 CI-4 相关的 Mack T-11 进行的基础油互换

试验油	候选油
X ≤ 70.0	最小 80.0
70.0 < X < 95.0	最小 (0.6*X + 38)
X ≥ 95.0	最小 95.0

除了依据表 J-1，可采用图解法（参见图 J-1）或使用列表范围（参见表 J-2）确定限值。

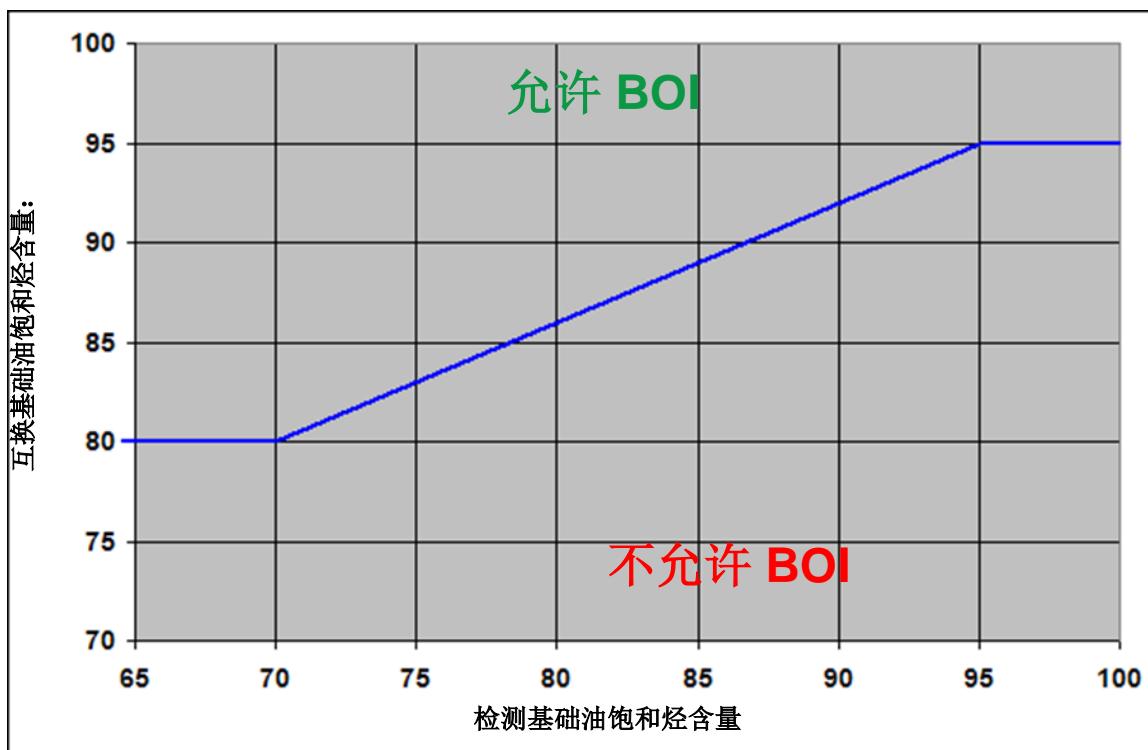


图 J-1—试验基础油与互换基础油的饱和度图

表 J-2—BOI 的基础油饱和度要求

为获得许可而在最初进行试验的基础油	互换基础油的 最低饱和度
≤70.0	80.0
71.0	80.6
72.0	81.2
73.0	81.8
74.0	82.4
75.0	83.0
76.0	83.6
77.0	84.2
78.0	84.8
79.0	85.4
80.0	86.0
81.0	86.6
82.0	87.2
83.0	87.8
84.0	88.4
85.0	89.0
86.0	89.6
87.0	90.2
88.0	90.8
89.0	91.4
90.0	92.0
91.0	92.6
92.0	93.2
93.0	93.8
94.0	94.4
≥95.0	95.0

表 J-3—带有 CI-4 PLUS 的 CI-4 相关的 Mack T-11 进行的基础油互换

饱和度%	最大饱和度%
最终配方	对试验油
X < 80.0	无延伸
80.0 ≤ X < 85.0	X-10
85.0 ≤ X < 90.0	X-5
90.0 ≤ X < 95.0	X
X ≥ 95.0	100

J.2.2.2 粘度等级延伸

表 J-4 包含 Mack T-11 试验的 VGRA 延伸矩阵。当使用该矩阵所允许的粘度等级延伸时，也必须满足两项额外的要求：（1）试验与最终配方的基础油的饱和烃含量必须符合 J.2.2.1 内的指南规定，和（2）若使用分散粘度改进剂（DVM），则最终配方内的 DVM 含量必须等于或高于试验油内的含量。

表 J-4—Mack T-11 的粘度等级延伸

经试验的粘度等级	延伸等级					
	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W-40	20W-50
10W-30	NA	X	—	—	—	—
10W-40	X	NA	—	—	—	—
15W-40	X	X	NA	X	—	—
15W-50	X	X	X	NA	—	—
20W-40	X	X	X	X	NA	X
20W-50	X	X	X	X	X	NA

^a90 次通过剪切稳定性试验（ASTM D7109）； Mack T-11 试验（ASTM D7156）。

^b按最新版本的 SAE J300 定义。

^c若要进行技术判断以支持 Mack T-11 的性能结果，请参考附录 D 第 D.5.2 段，以确定适当的授权程序。

^d在对相同配方进行多个试验的情况下，以下分级限值可适用：

试验次数	1	2	3 次或更多
100°C 时，12.0 cSt 增加量，最小%TGA 烟尘	6.00	5.89	5.85

附录 K

ACC 石油添加剂专家组产品批准实施规程

美国化学理事会（ACC）石油添加剂专家组针对乘用车机油（PCMO）和柴油发动机机油制定的产品批准实施规程（ACC 实施规程）。ACC 实施规程定义了有助于确保特定发动机润滑油符合其性能规范的规程。这通过使用指定的发动机试验、程序和记录来实现。ACC 实施规程于 1992 年 3 月 30 日生效。ACC 同位于宾夕法尼亚州匹兹堡的 ASTM 试验监控中心订立了合约，作为 ACC 实施规程管理的监控机构。

必须遵守 ACC 实施规程才能获准使用 API 认证标志或在 API 服务符号中使用 API SP、SN、SM、SL、SJ、SH、CH-4、CI-4、CJ-4、CK-4 和 FA-4 服务类别。自 2020 年 5 月 1 日起，根据 API SP 标准获得许可的石油营销商已被允许在 API 服务符号中显示 SP。

对 ACC 实施规程的遵守（EOLCS 的要求）会受到定期审查，以维持持续的适用性和进行改善。

本刊物未提供 ACC 实施规程的副本。鉴于 ACC 致力于持续更新，可从美国化学理事会的网站下载最新版本的《ACC 实施规程》，网址：<https://www.americanchemistry.com/ProductsTechnology/PAPTG/PAPTG-Code-of-Practice-Resources/Petroleum-Additives-Product-Approval-Code-of-Practice.pdf>

美国化学理事会地址：700 Second Street, NE, Washington, DC 20002, USA 【电话（202）249-7000】。

附录 L

审计的物理和化学范围

表 L-1—API 售后审计范围—标准审计

参数	范围 ^a
100°C 下的粘度 (ASTM D445)	按 SAE J300 定义
动力粘度 (ASTM D5293)	
所有润滑油	按 SAE J300 定义
“资源节约”润滑油	+10% ^b
泵送粘度 (ASTM D4684)	按 SAE J300 定义
泵送屈服应力 (ASTM D4684)	按 SAE J300 定义
HTHS 粘度 (ASTM D4683)	
API “S” 1 类/ILSAC 润滑油 ^c	按 SAE J300 定义
“资源节约”润滑油	-15%, +10% ^d
API CI-4、带 CI-4 PLUS 的 CI-4、CJ-4、CK-4 和 FA-4	按 ASTM D4485 或 API 1509 定义 (如适用)
润滑油	
NOACK 挥发值 (ASTM D5800)	
API “S” 1 类/ILSAC 润滑油 ^c	按 API 1509 定义
“资源节约”润滑油	+10% ^e
API CH-4、CI-4、带 CI-4 PLUS 的 CI-4、CJ-4、CK-4 和	按 ASTM D4485 或 API 1509 定义 (如适用)
FA-4 润滑油	
含发布规范的元素【ICP- (ASTM D4951)】 ^f	
磷	按 ASTM D4485 或 API 1509 定义 (如适用)
含硫量	按 ASTM D4485 或 API 1509 定义 (如适用)
无发布规范的元素【ICP (ASTM D4951 或 D5185 + D5762)】 ^f	
值 ≥ 百万分之 100	-10%, +15%
值 < 百万分之 100	-15%, +20%
总碱值 (ASTM D2896)	-10%, +15%

注: HTHS = 高温/高剪切; ICP = 电感耦合等离子体; ASTM D5762 测量氮。

^a在应用接受范围时, 需考虑 ASTM 分析试验方法精度。

^b最大值= 在线申请表报告值 $\times 1.10$ (+10% 公差) $\times 1.073$ (7.3% 重现性) 或 J300 重现性调整值 (以较小值为准)。

^c适用于 API SJ、API SL、API SM、API SN、API SP、ILSAC GF-4、ILSAC GF-5 或 ILSAC GF-6A/B 的规范 (如适用)。

^d最大值= 在线申请表报告值 $\times 1.10$ (+10% 公差) $\times 1.036$ (3.6% 重现性) /最小值= 在线申请表报告值 $\times 0.85$ (-15% 公差) $\times 0.964$ (-3.6% 重现性) 或 J300 最小重现性调整值 (以较大值为准)。

^e最大值= 在线申请表报告值 $\times 1.10$ (+10% 公差) $\times 1.0$ (重现性) 或 API 1509 最大值+ 1.0 重现性 (以较小值为准)。

^f要报告和审计的元素包含在《EOLCS 在线申请表》中。

表 L-2—API 售后审计范围——扩展审计

参数	范围 ^a
发泡 (ASTM D892, 所有序列) ^b	最大+10 ml ^c
高温发泡 (ASTM D6082)	最大+10 ml ^c
剪切稳定性 (ASTM D6278)	
SL、SM 和 SN 润滑油	^{d, e}
CH-4 和 CI-4 润滑油	^f
剪切稳定性 (ASTM D7109)	
带 CI-4 PLUS 的 CI-4、CJ-4、CK-4 和 FA-4 润滑油	^g
球锈蚀试验 (D6557)	^h
HTCBT (ASTM D6594)	ⁱ
ROBO (ASTM D7528) ——仅 MRV	^{j, k}

^a在应用公差范围时，需考虑 ASTM 分析试验方法精度。

^b对 API SJ、API SL、API SM、API SN、ILSAC GF-4 和 ILSAC GF-5 使用选项 A。沉淀时间= API SN/ILSAC GF-5 或 API SP/ILSAC GF-6A/B 润滑油沉淀 1 分钟，其他润滑油沉淀 10 分钟。选项 A 不能用于 API CH-4、CI-4、带 CI-4 PLUS 的 CI-4、CK-4 或 FA-4。选项 A 可用于 API CJ-4。

^c列入 API SJ、API SL、API SM、API SN、API SP、ILSAC GF-4、ILSAC GF-5 或 ILSAC GF-6A/B 规范限制（如适用）

^d应用 API 1509、附录 F 表 F-3 所示的限制。

^e如不符合 API 1509、附录 F 表 F-3 中所示的限制，需请求被许可方确认序列 VIII 定级支持。

^f参考 API CH-4 或 CI-4（如适用）。

^g参考带 CI-4 PLUS 的 API CI-4、CJ-4、CK-4 或 FA-4（如适用）。

^h参考 API SJ、API SL、API SM、API SN、API SP、ILSAC GF-4、ILSAC GF-5 或 ILSAC GF-6A/B 规范（如适用）

ⁱ参考 API CH-4、CI-4、带 CI-4 PLUS 的 CI-4、CJ-4、CK-4 或 FA-4（如适用）。

^j参考 API SM、API SN、SP、ILSAC GF-4、ILSAC GF-5 或 ILSAC GF-6A/B 规范限制（如适用）。

^k增加频率以代替运行发动机试验。

附录 M API 1509 的技术解释

API 1509 为 API 标准。PI 104 号政策与程序，主题：标准化，提供有关 API 标准活动的通用指南。104 号政策允许 API 提供书面的“标准含义解释……”

请注意，EOLCS 许可协议（C 部分）第 3 节指出“被许可方同意遵守……API 1509 的所有解释。”

第 1 项

问题：EOLCS 申请表中的“完整发动机试验”的定义是什么？

答案：“完整发动机试验”意味着该润滑油已通过润滑油许可所需的每项发动机试验（参见附录 G）。在适用情况下，润滑油（对于所有“S”类润滑油）必须已在美国化学理事会（ACC）监控机构（Registration Systems, Inc.）登记，并已完全按照 ACC 产品批准实施规程通过每项试验。如果对润滑油成功完成完整的发动机试验程序后，可应用附录 F 的《API SAE 粘度等级发动机试验指南》获取许可。“完整发动机试验”的目的是区分已经过全面检验的润滑油和通过“延伸”获取许可的润滑油。

第 2 项

问题：在 EOLCS 申请产品追踪代码中，作为 EOLCS 许可申请的一部分，是否需要提交实际制造日期和时间？

答案：“D 部分——产品追踪代码”简介指出，“作为许可要求，API 要求每个销售的许可润滑油容器都应清晰地加盖日期戳（加粗体），并在许可文件中提供足够的信息，以便 API 能够解读日期戳且能将审计的润滑油与该润滑油的许可数据相匹配。”

第 3 项

问题：图 M-1 中的 API ILSAC 标志设计是否可以出现在容器上？

答案：API 1509 的图 6（图 M-2 中重印）展示了标志必须如何出现在标签上；第 7.2 节规定了标志的设计要求。第 7.2.2 段部分指出“外环的背景（加粗体）……颜色应与标签背景呈鲜明对比。”。图 M-1 中的具体错误是外环被分成两个不同颜色的环。



FOR GASOLINE ENGINES	汽油发动机
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE CERTIFIED	美国石油学会认证

图 M-1—错误的 API ILSAC 标志设计



FOR GASOLINE ENGINES	汽油发动机
AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE CERTIFIED	美国石油学会认证

图 M-2—正确的 API 标志设计

第 4 项

问题：机油营销商（如汽车制造商）以自己的品牌名称销售润滑油。营销商从几家不同的润滑油公司购买品牌润滑油，每家公司对其产品追踪代码使用完全不同的格式。如何根据 EOLCS 进行处理？

答案：提供给营销商的每种单独配方必须按 B 部分表格产品数据手册提交给 API 并获得认可。每个 B 部分均有空间容纳四（4）种单独的配方。如果营销商有超过 5 种配方，则必须在许可文件中提交额外的 B 部分表格。

API 必须能将根据售后审计计划分析的润滑油获取的数据与作为授权计划一部分提交给 API 的润滑油数据进行比较。因此，必须提供给 API 关于 B 部分要求的每种润滑油配方代码标识符的解读。营销商应对每种配方提交单独的 D 部分表格“产品追踪代码”，并将 D 部分中的信息与 B 部分相关联。

“D 部分——产品追踪代码”简介中指出：“……作为许可要求，API 要求每个销售的许可润滑油容器都应清晰地加盖日期戳（加粗体），并在许可文件中提供足够的信息，以便 API 能够解读日期戳且能将审计的润滑油与该润滑油的许可数据相匹配。”

第 5 项

问题：关于管理费，一次费用是否涵盖申请表上所列的各种润滑油？关于销量费用，是否基于申请表上各种润滑油的总销售额？（假设未单独评估每个等级油品的销量。）

答案：API 1509 第 3.2 节描述了两种费用。管理费是所有被许可方支付的固定费用。管理费涵盖了各种许可润滑油。销量费用涵盖许可润滑油的总销售额，也即“申请表上所列的各种润滑油”。销量费用未经单独评估。

第 6 项

问题：在 EOLCS 申请表“D 部分——产品追踪代码”中，“日期戳”要求是指（a）制造或包装日期，以及（b）是否需要制造或包装的实际日期（加斜体）？

答案：（a）必须对日期戳使用包装日期，（b）要求包装日期。

第 7 项（修正）

问题：假设有两种来自不同制造商的 I 类基础油，这两种基础油都已通过发动机和台架试验并含有给定添加剂（加粗体）和 VI 包装，且单独的基础油/添加剂混合物都已获得“SH”许可。

包装商是否可购买这两种不同来源的基础油，将其与给定的添加剂/VI 包装混合（加粗体），并对机油授予 API 许可？这假定 1) 理论混合物的 SAE 粘度等级是两种基础油许可的一种，以及 2) 两种许可配方的添加剂/VI 包装和处理水平保持一致。

答案：参见第 E.2.1.5 节：“根据本指南的规定批准的基础油料可以混合，无需进一步试验。”

第 8 项

问题：附录 E，第 2.2.2 节如下所示：

原始乘用车机油需要完整的性能文件。除 ACC 实施规程（加粗体）规定的以外，在检验互换基础油时，分散抗氧剂（DI）和/或粘度改进剂（VM）保持不变。根据这些指南获得的基础油互换适用于单一乘用车机油配方。如果在 ACC 实施规程之外的 DI 和/或 VM 发生变化，则应重新应用（加粗体）这些指南。

参考了哪部分的 ACC 实施规程？

如何重新应用这些指南（BOIG）？

答案：在 ACC 实施规程中，“核心数据集”中的拟议变更是通过应用“附录 H 次要配方修改指南”完成的。“计划”中的拟议变更是通过应用“附录 I 计划指南”完成的。

重新应用的 BOIG 如下所示。如果互换基础油中的 VM/DI 浓度与原始乘用车机油的差异超过 ACC 实施规程（附录 H 或 I）授权的变化，则新的乘用车机油与互换基础油料需要完整的性能文件。

第 9 项

问题：在 EOLCS 申请表“D 部分——产品追踪代码”，是否仅指出制造月份和年份便已足够？

答案：不，还需注明制造日期。这一回答假设“制造”和“包装”日期是同一天。

“D 部分——产品追踪代码”简介指出，“作为许可要求，API 要求每个销售的许可润滑油容器都应清晰地加盖日期戳（加粗体），并在许可文件中提供足够的信息，以便 API 能够解读日期戳且能将审计的润滑油与该润滑油的许可数据相匹配。”

选择进行售后审计的容器上出现的日期必须是包装日期。

第 10 项

问题：EOLCS 许可申请的 B 部分规定了测量硫和氮的试验方法，这在 API 1509 的文本中没有涉及。被许可方是否受许可申请中规定的要求约束？

答案：是，API 许可协议要求被许可方遵守 API 1509 和许可申请中规定的所有要求。

问题：如果 API 1509 中规定了测量物理和化学特性的试验方法，营销商是否可以使用替代（但等效）试验方法来测量这些特性？

答案：不可以，必须按 API 1509 中指定的方法测量特性。

第 11 项

问题：在“附录 G——API SH、SJ、SL 服务类别要求（按粘度等级划分）”中，表 G-1 中“所有其他等级”最后一列具有适用于所有台架试验和 L-38 剪切稳定性试验的 NR 项。NR 意思是无要求。以下是 NR 评估。

答案：描述 API SH 服务类别的技术语言特别要求 ILSAC GF-1 或 DOD CID A-A-52039 规范的指定部分适用于这些规范涵盖的所有粘度等级。这包括附录 G (SAE 5W-30、10W-30 和 15W-40) 中特别注明的三种润滑油，以及根据 ILSAC GF-1 要求授权的任何其他润滑油。此外，SAE J300 的最新版本包含 SH 的高温/高剪切要求。

如 API 1509 中所示，附录 G 表 G-1 增加上述的 SAE J300 要求是正确的。如果 ASTM 随后采用 SH 的要求，则要将这些要求作为 API 1509 的修订提交给相关委员会。

第 12 项

问题：如果一家公司将生产的润滑油出售给另一家公司，后者以自己的品牌名称转售润滑油，那么经销商是否必须获得许可？

答案：是。API 1509 第 4.1.1 节包含下列声明。EOLCS 授权系统“……包括由营销商同 API 签订的正式许可协议。”在第 4.1.1.1 节中，润滑油营销商的定义为“负责维持品牌名称的完整性和品牌产品的市场代表性的营销组织”。

EOLCS 许可协议第 9 章如下所示：

9. 被许可方同意，营销组织负责维持品牌名称的完整性和产品的市场代表性，并同意仅在含有被许可方名称的产品上使用标志（加粗体）。

产品上的被许可方名称是关键要素。如果所有者公司的名称出现在容器上，则其可对润滑油授予许可。如果子公司的名称出现在容器上，则子公司必须单独获得许可。

第 13 项

问题：可否将序列 VI 候选油试验的结果 2.69 四舍五入为 2.70，以便在 EOLCS 许可申请中申请 ECII 的 EFEI？

答案：是。序列 VI 候选试验值的舍入是依据 ASTM E 29-89，第 2.3 节和第 4 节完成的。舍入方法。

参考：

ASTM E29-89 *Standard Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications.*

2.3 舍入方法—— 在其他领域，(例如) 最大 2.5 英寸、最大 2.50 英寸、最大 2.500 英寸的规范限制意味着，为了确定与规范的符合性，观察值或计算值应分别舍入到最近的 0.1 英寸、0.01 英寸、0.001 英寸，然后与规范限

制进行比较。

API 1509, *API Engine Oil Licensing and Certification System, 12th Edition, January 1993. Table D-1, page 19.*

Fuel Efficiency ASTM RR-D:2-1204 Sequence VI Test improvement (EFEI) 2.7% (min).

第 14 项

问题: 附录 L 中表 L-1 “标准审计的公差范围” 和表 L-2 “扩大审计的范围” 之间的区别是什么？表 L-1 和表 L-2 是否适用于全球 API SH 类润滑油？ 二者的频率有何区别？

答案: 根据售后审计计划 (AMAP) 的规定，选择进行试验的每种润滑油将通过表 L-1 中的试验进行审计，具体视粘度等级而定。有关适用于 SH 类润滑油的不同粘度等级的试验指南，请参考表 G-1。关于检验的润滑油以及根据表 L-2 的试验频率，应参考 API 协议来选择。审计样品是在全球范围内选择的。

第 15 项

问题: 营销商已成功对 SAE 15W-40 发动机机油完成 ACC 登记的 DDC 6V92TA 试验。该发动机机油已根据 API 1509 表 E-9，通过应用基础油互换 (BOI) 获得 API CH-4 许可。因为它获得了 API CH-4 许可，其也符合 API CF 的要求（也即根据 API 1509 表 E-6 免除 Caterpillar 1M-PC 试验）。

上述 SAE 15W-40 是否有资格获取 API CF-2 许可？

答案: SAE 15W-40 润滑油符合 API CF-2 的认证要求，因为其按 API 1509 要求通过了 6V92TA 试验。该问题准确指出，由于 CAT 1M-PC 符合表 E-6 脚注 c 中所述的 CH-4 互换要求，产品试验将被免除。

第 16 项

问题: 某公司使用溶剂精炼工艺在不同的炼油厂生产 150N I 类基础油料。基础油料由不同的原油来源精炼而成，在根据 ASTM D445、D2270、D4052 和 D2622 试验时，表现出独特的特性。

根据第 14 版的 API 1509 第 E.1.2.2 节，这些基础油料是否被视为同一基础油料体系？

答案: 上述两种油料不会被视为来自 API 1509 的第 E.1.2.2 节中定义的同一基础油料体系。该定义是指属于同一类别，来自同一制造商，但具有不同粘度的基础油料。上述两种油料的粘度相同。如果按相同的规范生产、使用相同的配方、具有相同的产品标识符（参见 API 1509, E.1.2.1），则其很有可能被视为相同的基础油料。

如果公司认为 150N 基础油料相同，则需考虑某些问题。由于基础油料表现出某种独有特性，公司需选择两种油料中较为严格的油料进行性能检验，或承诺对二者进行检验以证明性能相同。按相同的规范生产不能消除这种责任。

如果公司选择单独确认 I 类基础油料，则应遵守 API 1509 附录 E 中适用的基础油料互换指南。

第 17 项

问题：单一基础油料制造商采用不同的工艺生产 I 类、II 类和/或 III 类基础油料。这包括将 I 类与 II 类（或 III 类）混合或将 II 类与 III 类混合来制造基础油料。这种混合的基础油料和制造商规范及产品标识号相关联。根据 API 1509，该混合类基础油料应按出售产品的饱和烃含量、硫含量和 VI 分析作为 I 类、II 类或 III 类基础油料销售。例如：

- 如果饱和度<90%，硫含量>0.03%，VI>80 且<120，则基础油料为 I 类。
- 如果饱和度>90%，硫含量<0.03%，VI>80 且<120，则基础油料为 II 类。
- 如果饱和度>90%，硫含量>0.03%，VI>80 且<120，则基础油料为 I 类。
- 如果饱和度>90%，硫含量<0.03%，VI>120，则基础油料为 III 类。

关于这个问题存在着争论，特别是关于上述第三个示例的正确标签。上述示例是否正确解释了 API 1509 规定的指南？

公认的是，基础油料制造商有责任提供至少具有与配方试验的性能相当的商业产品。还应当理解，API 1509 不会通过制造工艺来限制基础油料。根据 API 1509 E.1.2.1，“基础油料可采用各种不同的工艺制造，包括但不限于蒸馏、溶剂精制、氢处理、低聚、酯化和再精炼。”

答案：上述四个示例不能正确解释 API 1509 E.1.3 规定的基础油料类别指南。在第三个示例中，如果硫含量高，基础油料则为 I 类。根据 API 1509，“根据表 E-1 中指定的试验方法，I 类基础油料含有小于 90% 的饱和烃和/或大于 0.03% 的硫含量，粘度指数大于或等于 80 且小于 120。”

第 18 项

问题：完全合格的 SAE 10W-40 API CH-4/SJ 产品营销商希望用 III/IV 类基础油代替原配方中使用的 I 类基础油。营销商认为，根据 ACC 实施规程附录 I 第 5 节中的条款，允许这样替代：“根据 ACC 实施规程完成计划之后，允许在 2 级支持下，将 III 类或 IV 类基础油料替换为 I 类和/或 II 类基础油料。”营销商的 2 级支持是关于 SAE 0W-30 API CH-4/SJ 润滑油的完整发动机试验数据（使用 III 类和 IV 类基础油混合物）。

营销商可否使用 ACC 实施规程附录 I 第 5 节来证明，在完全合格的 SAE 10W-40 API CH-4/SJ 产品中能用 III 类和 IV 类基础油替代 I 类基础油，而无需进一步试验？

答案：API 1509 仅包含 API 许可产品的授权基础油互换（BOI）和粘度等级延伸（VGRA）指南。ACC 实施规程不适用于此情况。

考虑到上面提供的基础油信息，营销商至少可采用两种方式对 10W-40 API CH-4/SJ 配方进行认证：

- 按照 API 1509 附录 E 中的建议，对 CH-4 类和 SJ 类进行完整的发动机试验。
- 使用 API 1509 附录 F 中的 VGRA 指南。这些指南建议对 CH-4 性能证明进行完整的发动机试验，但可以为 SJ 性能证明提供灵活性。

配方营销商最终负责确保产品符合 API 要求。

第 19 项

问题：营销商希望使用 SL/节能试验以及代替序列 IIIE 试验的倍长序列 IIIE 发动机试验的结果来认证新的 SJ 发动机机油配方。API 润滑油标准工作组批准从 2000 年 5 月 1 日开始使用 SL/节能试验来认证 SJ 润滑油。该委员会还在当日发布了临时许可，以解决限制序列 IIIE 试验可用性的零件短缺问题。

可否将倍长序列 IIIE 用于认证配方获得完整 SJ 许可的资格？

答案：不能，该配方没有资格使用倍长序列 IIIE 结果获得完整许可。要获得 SJ 资格，润滑油必须符合 ASTM D4485 中规定的最新技术标准（参见 API 1509 第 3.4.2 节）。目前，D4485 不包括倍长 IIIE 的性能标准。

假设营销商不能执行标准 IIIE，其此时获得 SJ 配方许可的唯一渠道是申请临时许可。临时许可程序要求营销商按照 ACC 实施规程的规定提交 2 级支持数据。虽然不能将倍长 IIIE 用于认证配方获得完整许可的资格，但可将其结果用作获取临时许可的 2 级支持。

第 20 项

问题：在 API 许可申请的 B 部分第 3 页（共 3 页），注释说明如下：“此外，我证明在此表格上提交或引用的所有发动机和台架试验数据均是使用 ASTM/ACC 校准仪器生成的（如适用）。”

在上述声明中，“如适用”一词是什么意思？下面的假设性问题有助于说明问题：

从 GF-2 开始，如果营销商在 TMC 监督开始前一天进行了 D5133 胶溶指数试验，该数据是否可以接受？一个论点指出，由于 TMC 校准在试验时不可用，所以数据应该可以接受。另一个论点是，如果 ASTM 要对试验进行校准（并着手进行校准），因为数据不是来自校准设备，所以无效。

答案：API 许可申请 B 部分包含“如适用”一词，以涵盖在向 API 提交许可申请时，试验中不存在的校准要求情况。如果 ASTM 在提交申请时对试验有相应的校准要求，则需获取校准结果。

如上述假设性问题所指出的，如果营销商在 TMC 监督开始前一天进行了胶溶指数试验，则只有当营销商在当天申请获得许可，试验结果才可接受。在 TMC 监督开始后第二天提交申请，则结果不可接受。这一解释也适用于营销商在校准要求落实之前提交许可申请，而另一营销商在要求实施后提交许可申请的情况。第二位营销商必须提供校准试验结果。

请注意，配方营销商最终负责确保产品符合 API 要求。

第 21 项

问题：完全合格的 SAE 10W-40 API SJ/CF 产品营销商希望用 IV 类基础油替代 30% 的原配方 I 类基础油，并将产品作为 SAE 5W-40 API SJ/CF 发动机机油销售，无需进一步的发动机试验。营销商认为，根据 API 1509 表 E-2，这种改变是可能的。DI 包装和 VI 保持不变，在 100°C 时，基础油粘度几乎相同。5W-40 粘度等级是引进 PAO 的结果。

营销商能否用 IV 类基础油替代 30% 完全合格的 10W-40 SJ/CF I 类基础油，并将产品作为 5W-40 SJ/CF 机油销售，而无需进一步试验？

答案：该问题的答案是不能。营销商必须进行额外的 CF 试验来认证 5W-40 润滑油。

要了解为何需要进一步试验，有必要查阅 API 1509 附录 E 和 F 中的基础油互换指南（BOI）和粘度等级延伸指南（VGRA）。根据附录 E 中所述的指南，以上问题中所述的 BOI 是可能的。表 E-2（对于 SJ）和 E-6（对于 CF）允许用 IV 类替代高达 30% 的 I 类基础油。

随着 BOI 问题的解决，营销商必须遵循附录 F 中的 VGRA 规定。此外，必须单独列出 SJ 和 CF 指南。对于 SJ 润滑油，允许延伸粘度等级，只要符合以下三条标准：

- 延伸粘度等级的洗涤剂（分散剂）-抑制剂（DI）含量应大于或等于原粘度等级。DI 增幅仅限于 ACC 实施规程允许的最大值。
- 考虑到试验方法的精度，100°C 下延伸粘度等级的基础油料混合运动粘度必须大于或等于原粘度等级。
- 延伸粘度等级的粘度改进剂（VM）必须小于或等于原粘度等级。

如果满足所有这些标准，营销商不必额外进行 SJ 试验。但对于 CF 来说，不存在此类标准。对于 CF 类，目前没有延伸规定允许营销商延伸 10W-40 到 5W-40 润滑油。需要对 5W-40 润滑油进一步试验，以确认其 CF 资格。

第 22 项

问题：仅仅是基础油料的混合是否构成制造？

答案：基础油料混合可以是制造过程的一部分，但并不单独构成基础油料的制造。用于混合基础油料的所有基础油料成分必须由一个制造商生产；混合后符合该基础油料的同一制造商的规格；并以独特的配方、产品标识号或两者来识别。

第 23 项

问题：对制造商是否有任何地理限制？

答案：API 1509 附录 E 第 E.1.2.1 节中的基础油料定义指出，只要基础油料是由一个制造商按照相同的规格生产，基础油料符合制造商的规格，并且基础油料由一个独特的配方来识别，那么基础油料就与制造地点无关。

第 24 项

问题：API 对基础油料的定义是否与 ATIEL 对基础油料制造商的符合性声明相冲突，后者要求符合 ISO 9001 或同等的质量系统？

答案：API 1509 没有明确要求基础油料生产商遵守 ISO 9001 这样的质量体系，但这样的体系有助于确保基础油料符合附录 E 中 E.1.2.1 对基础油的定义。

附录 N EOLCS 许可说明

许可说明旨在帮助被许可方满足许可要求。

许可说明：1993 年 2 月 5 日

问题：某海外润滑油公司（API 许可）希望对其向客户提供的添加剂和 VI 改进剂包装保密。客户以自己的品牌（重新包装）销售润滑油，并将获得 API 许可。作为向客户提供所有信息的替代方法，该公司建议仅提供添加剂和 VI 改进剂包装的专用代码，以掩盖添加剂制造商的名称。因此，客户将会收到含有编码数据的 ACC 候选数据包。在这些情况下，客户能否获得 API 许可？

答案：是，客户可以获得许可。

API 对许可的要求是，在申请表 B 部分“ACC 石油添加剂专家组产品批准实施规程”一行提供相关的“YES”证明（目前仅限“S”和 ILSAC 许可的润滑油需要“YES”证明）。

作为 API 被许可方，客户可能会收到 API 对已获许可润滑油的调查。在监控或执行调查时，API 可能会要求被许可方提供某些信息，其中可能包括关于 VI 改进剂的信息。在这种情况下，被许可方需要按照许可协议的规定，向 API 提供满足监控或执行请求的所有必要信息。

许可说明：1993 年 3 月 31 日

问题：API 许可申请表包含针对多种润滑油品牌和粘度的空间。假设此表格可以包含同一润滑油（相同粘度）的替代品牌名称。

答案：在许可申请包中，每个产品都要单独填写 B 部分（按单独的品牌或粘度等级定义）。此项要求的目的是，对于从市场上选择以在 API 售后审计计划中进行分析的润滑油，确保可通过用于许可的数据加以识别和匹配。例如，如果同一润滑油（SAE 粘度等级）按标签 XYZ 和另一标签 ABC 包装，则视为单独申请许可的不同润滑油，应作为不同的候选油单独提交。

许可说明：1993 年 3 月 31 日

问题：提交申请表并获得许可后，是否可以更改或修改品牌名称？或者是否需要支付新的申请表和额外的管理费？

答案：如果被许可方想要更改或修改特定产品的品牌名称，则必须重新填写 B 部分并提交给 API 进行审批。无需额外付费。

许可说明：1993 年 6 月 30 日

问题：API 授予两种标志。这些标志的正确引用方式如 API1509 中所述，“API 服务符号和 ILSAC 认证标志。”（5.1 章）我们公司想对零售客户和散客宣传这些标志。但对于大部分客户来说，“ILSAC”和“服务符号”并无任何意义。在引用标志时，我们可以使用哪些其他标签或标识术语？

答案：5.1 中指定了两个标志的官方名称。

许可说明：1993 年 6 月 30 日

问题：我们想给某种产品授权，但在多个品牌名称下销售。例如，我们计划在多个不同的地区销售单一配方。我们该如何做？

答案：对于同一配方，EOLCS 售后审计计划将从市场样品分析中获得的数据与提交给 API 以获取许可的数据进行匹配。品牌名称是匹配所需的元素之一。因此，必须向 API 提供每个品牌的名称。对于每个品牌，应单独提交 B 部分。

许可说明：1993 年 11 月 15 日

问题：API 服务符号（“Donut”）中的“Energy Conserving”、“Energy ConservingII”或“API Service”字样是否可翻译成其他外语。

答案：否。

许可说明：2001 年 4 月 16 日

问题：在 2001 年 7 月 1 日首次许可之前，API 发动机机油被许可方是否可在服务符号“Donut”中使用 APISL 预先包装 APISL 服务类别产品？被许可方理解的 APISL 产品在 7 月 1 日之前不能出售，但可以在当日准备出售。

答案：是，营销商可在 2001 年 7 月 1 日之前在 API 服务符号中包装显示 APISL，但这些产品在 7 月 1 日之前不能出售。假定营销商已满足所有必要的 API 许可要求。

附录 O

API 单一技术矩阵使用指南

O.1 综述

除了附录 E 与 F 内所包含的基础油可互换性 (BOI) 与 SAE 粘度等级试验 (VGRA) 指南，也可采用单一技术矩阵 (STM) 方法。STM 方法必须遵循 O.2 内概述的指南以及 O.6 内所列的任何发动机试验特定的修订内容。

O.1.1 简介

在业界达成共识后，在 API 1509 内编制了 BOI/VGRA 指南。采用“最低数据质量与数据量”这一规则，衍生编制出了各个指南。该规则要求至少两家公司提供的三项技术均认可基础油和/或 SAE 粘度等级的特定表现。该流程已获得业界共识，并公开展示数据，但存在以下限制：对各个指南达成共识的速度比较缓慢，在一些领域出现了过度试验的情况，以及可查看的数据类型有限。

STM 方法包括单一供应商提供的、用以代替不同供应商提供的至少三项技术的技术或技术系列。该方法旨在提供一个具有成本效益和技术上有效的替代流程，从而证实添加剂技术的性能。作为行业指南，该矩阵的适用范围可大可小。请注意，虽然通过传统的三项技术方法编制的指南适用于在未来测试的所有技术，但是通过单一技术矩阵方法编制的指南仅适用于在该矩阵内使用的一项或多项技术。

添加剂技术供应商将向润滑油营销商提供后者在申请 API 许可时可选择使用的单一技术矩阵的适当信息。

O.1.2 定义

O.1.2.1 设计用于单一技术矩阵内的单一技术是指在单一的粘度等级内，采用恒定的处理速度且带有单一粘度改进剂的单一添加剂包 (DI)。

O.1.2.2 设计用于单一技术矩阵内的改性技术是指对单一技术作出的轻微配方改良和/或对单一技术作出的粘度等级变更。

O.1.2.3 单一技术矩阵包括满足 O.2. 内概述的标准的数据组。矩阵内的试验结果反映了 O.1.2.1 内所述的单一技术以及，若必要，O.1.2.2 内所述的改性技术的数据。

O.1.2.4 多个技术矩阵包括满足 R.2 内概述的标准的两个或多个单一技术矩阵。在 API 类别中建立的多个技术矩阵无法延伸至未来的 API 类别中，除非经 APIBOI/VGRA 工作组推荐并获得 API 润滑油标准工作组的批准。

O.1.2.5 基础油料是指由单一制造商按相同的规范生产的润滑油成分（独立于原油源地或制造基地），符合相同的制造商规范，采用独特的配方、产品标识号或两者加以识别。基础油料可采用各种不同的工艺制造，包括但不限于蒸馏、溶剂精制、氢处理、低聚、酯化和再精炼。再精炼的油料基本上不含通过制造、污染或之前使用而引

入的材料。

O.1.2.6 技术矩阵内使用的基础油会包含单一的基础油料或基础油料混合物。基础油会包括相同或多个系列的基础油料。基础油至少根据以下变量进行界定：

- a. 基础油饱和度 (ASTMD 2007)
- b. 基础油的硫含量 (附录 E 的表 E-1 内 API 批准的试验)
- c. 100°C 时的基础油粘度 (ASTM D445)
- d. 基础油的粘度指数 (ASTM D2270)
- e. 全配方油 (成品油) 的 Noack 挥发值 (ASTM D5800)

O.1.2.7 异常值是一个试验结果，其中分析的观察结果的学生化残差在学生 T 分布上为单侧百分之 97.5，或更高。

O.1.2.8 分散要求是关于矩阵内的基础油变量结果的一项规定。其中，该等规定促进了在该等结果内的对称分散。就相关的基础油变量，矩阵内的所有基础油的平均值的两侧上的基础油数量必须均等或在一个相同值的范围内（若基础油的总数量为奇数），从而满足分散要求。请注意，就所有发动机试验类型设置基础油饱和烃的默认分散要求，除非免除饱和烃的分散要求这一内容适用。

O.1.2.9 免除饱和烃的分散要求考虑到当且仅当矩阵内的每种基础油与基础油料位于 II 类、III 类和/或 IV 类时，则取消饱和烃的任何分散要求。

O.1.2.10 轻微配方改良是指在单一技术矩阵内对单一技术配方作出的更改，旨在提高该配方的性能。该等变更在单一技术矩阵内生成了改性技术。仅就单一技术矩阵的最新改性技术批准，在未来基础油上进行基础油互换。轻微配方改良的指南与规则详见美国化学理事会的产品批准实施规程。

O.1.2.11 粘度等级变更是指根据之前批准的 API 1509 粘度等级延伸指南，在单一技术矩阵内对单一技术的粘度等级作出的变更。该等变更在单一技术矩阵内生成了改性技术。仅就在 API 1509 粘度等级延伸指南内确定的单一技术矩阵内进行测试的困难度最低的粘度等级批准，在未来基础油上进行基础油互换。

O.2 单一技术矩阵的范围与标准

O.2.1 矩阵数据标准

必须采用 O.1.2.1 内所述的单一技术以及，若必要，O.1.2.2 内所述的一项或多项改性技术开发矩阵数据。就适当的矩阵，要求在 X 种不同基础油上进行最低 X 次操作上有效的试验（参见表 O-1）。X 等于 5 或等于相关基础油变量的数量加上 2（以确保拥有足够的自由度以估计矩阵的误差项），以较大值为准。但是，请注意，就该矩阵内使用的每项改性技术，X 必须增加 1。相关的基础油变量由 APIBOI/VGRA 工作组根据每种试验类型确定。该矩阵内，相关的基础油变量范围加上（若未纳入该列表内）基础油 VI 的范围、基础油的硫含量、基础油的饱和烃含量、100°C 下的基础油粘度以及成品油的 Noack 挥发值（请注意，虽然挥发性测试在成品液体上进行，但是若

采用 **STM**, 成品油的 **Noack** 挥发值仍作为其中一个基础油变量) 必须包括任何基础油互换。若延伸至超出这一范围的另一基础油, 将要求使用范围更大的基础油进行至少一次的额外试验。

该矩阵内的基础油饱和烃也必须满足分散要求(除非免除饱和烃的分散要求这一内容适用)。该矩阵内的所有基础油的平均饱和烃的两侧上的基础油数量必须均等(或若基础油的总数量为奇数, 则在一个相同值的范围内)。

为了提高数据效率, 可合并多个单一技术矩阵, 并进行分析。该合并称为多个技术矩阵。若第一个单一技术矩阵要求在 X 个不同基础油上进行 X 次试验, 且第二个矩阵与第一个合并以及进行分析, 则其他单一技术矩阵仅要求在 $X-1$ 个不同基础油上进行 $X-1$ 次操作上有效的试验。若第三个单一技术矩阵与前面两个技术矩阵合并, 则第三个矩阵将需要在 $X-2$ 个不同基础油上进行至少 $X-2$ 次操作上有效的试验。与其他矩阵合并分析的任何其他单一技术矩阵将要求至少在 $X-2$ 个不同基础油上进行 $X-2$ 次操作上有效的试验。请注意, 在合并的多个技术矩阵内, 必须表示出基础油的饱和烃、硫含量、VI、基础油粘度与其他相关参数的极端值, 并且每项新技术必须满足饱和烃的分散要求。

注: 在 API 类别中建立的多个技术矩阵无法延伸至未来的 API 类别中, 除非经 APIBOI/VGRA 工作组推荐并获得 API 润滑油标准工作组的批准。

表 O-1—矩阵的最小基础油数量

矩阵内的技术	每项技术的最小基础油数量
第一项技术	5 或(所确定的基础油变量+2), 以较大值为准: 在第一项技术内, 就每项改性技术, 增加1种基础油
第二项技术	4 或(所确定的基础油变量1), 以较大值为准: 在第二项技术内, 就每项改性技术, 增加1种基础油
第三项技术与后续的技术	3 或(所确定的基础油变量), 以较大值为准: 在每项技术内, 就每项改性技术, 增加1种基础油

O.2.2 依据统计置信界限的互换标准

根据矩阵与后续分析, 新的基础油(互换基础油)的预计发动机试验结果必须满足相关的性能规格。此外, 预计平均性能的 95% 的置信区间(依据学生 T 分布)必须在相关的性能规格范围内。但是, 若该置信区间超出了通过限值, 进入了该规格的未通过区域, 则在此时且只有此时, 预计平均性能的 95% 置信区间宽度(依据学生 T 分布)不可大于依据单一试验结果在预计性能水平上的平均值的 95% 置信区间宽度(依据正常频率分布与根据 ASTM 试验监控中心技术备忘录 94-200, LTMS 手册附录 C 计算严重性调整中使用的试验的当前标准偏差)。虽然必须采用经转换的适当单位计算置信区间, 但是对比必须采用原始单位。

假定矩阵与统计分析中的互换标准已经满足, 则基础油互换可用于单一技术矩阵的技术和/或多个技术矩阵的多项技术。基础油互换也可用于带有美国化学理事会的产品批准实施规程(ACC 实施规程)内确定的 1 级和/或 2 级支持的该等技术的所有轻微配方改良。

必须向润滑油营销商提供矩阵数据与分析。试验参数的试验结果可作为异常值，并根据 O.2.4 从分析中除去。但是，根据 O.2.1 内概述的技术标准而定的最小基础油数量以及所有其他分析与置信界限要求必须满足。观察结果必须为一个异常值，以从分析中除去。虽然可根据多重试验评估程序（MTEP）¹去除观察结果，从而确定是否通过，但是该等观察结果不可从单一技术矩阵分析中去除，除非根据 O.2.4 规定被视作异常值。

通过审计的不合规行为将受到第 8 章所述的执法行动的处罚。

O.2.3 计算 95% 置信区间宽度

O.2.3.1 依据单一试验结果的平均值的置信区间宽度

$$2 \times Z_{0.05} \times \sigma$$

式中：

$$Z_{0.05} = 1.96$$

σ = 根据 ASTM 试验监控中心技术备忘录 94-200, LTMS 手册附录 C 计算严重性调整中使用的试验的当前标准偏差。

这是计算置信区间宽度的一个简便算法。若要求进行转换，该简便算法则不能使用。必须按照经转换的量度计算润滑油预计结果的实际置信区间。将预计试验结果加上并减去 $Z_{0.05} \times \sigma$ ，转换回置信界限并根据原始量度减去限值，以进行计算。

O.2.3.2 预计试验结果置信区间宽度

$$2 \times t_{0.05, df} \times S \times \sqrt{h_i}$$

式中：

$t_{0.05, df}$ = 95% 置信水平的学生 T 分布，其中自由度等于在估计均方根误差（RMSE）中使用的自由度

S = 分析中得出的均方根误差

¹ 多重试验评估程序（MTEP）是用于评估配方质量和性能的基于数据的方法，其中要进行多次试验。

使用美国化学理事会认可的 MTEP 可以确保所有的试验赞助商将发动机油的性能表示建立在统一的数据处理上。《ACC 石油添加剂产品批准实施规程》附录 F 详细说明了如何使用所有相关多重试验评估程序进行计算，以及用于未指明如何处理试验数据的规格的指南。

《ACC 石油添加剂产品批准实施规程》附录 F 可在 ACC 网站上找到：www.AmericanChemistry.com

$$\begin{aligned}
 h_i &= x_i (X'X)^{-1}x_i' \\
 X &= \text{因素矩阵} \\
 x_i &= \text{特定因素设置}
 \end{aligned}$$

这是计算置信区间宽度的一个简便算法。若要求进行转换，该简便算法则不能使用。必须按照经转换的量度计算润滑油预计结果的实际置信区间。将预计试验结果加上并减去 $t_{0.05,df} \times S_x \sqrt{h_i}$ ，转换回置信界限并根据原始量度减去限值，以进行计算。

O.2.4 计算学生化残差与异常值试验

$$e^*_i = e_i / (S(i) \times (\sqrt{1-h_i}))$$

式中：

$$\begin{aligned}
 e^*_i &= \text{学生化残差，其分布于学生 } T \text{ 分布较近的位置。在此应用中，试验参数的 } i \text{th \text{ 观察结果可作为异常值，并从分析中删除，但前提条件是 } e^*_i \text{ 大于单侧的 } t_{0.025,df} \text{，其中自由度等于在估计均方根误差中使用的自由度} \\
 e_i &= \text{分析中的残差，即参数的 } i \text{th \text{ 观察结果的实际试验结果减去参数的 } i \text{th \text{ 观察结果的预计试验结果}} \\
 S(i) &= \text{分析中得出的均方根误差，其中从分析中删除 } i \text{th \text{ 观察结果}} \\
 h_i &= x_i (X'X)^{-1}x_i' \\
 X &= \text{因素矩阵} \\
 x_i &= \text{特定因素设置 } i
 \end{aligned}$$

O.3 单一技术矩阵要求总结

单一技术矩阵的要求总结如下：

- a. 开发新试验，并纳入新规格中，作为其中一部分。
- b. APIBOI/VGRA 工作组审查新试验、确定关键的基础油变量，并推荐使用单一技术矩阵。
- c. API 润滑油标准工作组批准关键的基础油变量以及在新试验中使用单一技术矩阵。
- d. 根据 O.2.1 规定，必须满足矩阵数据标准。
- e. 在建立单一技术矩阵数据集与分析时进行的所有试验必须根据 ACC 实施规程进行登记。
- f. 在单一试验结果内，或通过就所有相关试验参数对单一技术矩阵内的各个基础油使用适当的 MTEP，单一技术必须通过。若未通过，可对单一技术作出轻微配方改良或粘度等级变更，从而在单一技术矩阵内生成改性技术。然后，在单一试验结果内或通过对所有相关的试验参数使用适当的 MTEP，改性技术必须在所有剩余的基础油试验中通过。若未通过，则使用单一技术。就用以证实单一技术矩阵可用于未来的基础油互换的每项改性技术，单一技术矩阵内的最小基础油数量必须增加一（1）。
- g. 所去除的在 MTEP 程序中进行评估的试验结果或观察结果不可从单一技术矩阵分析中去除，除非根据 O.2.4 被视作异常值。

- h. 依据单一技术矩阵模型的预计平均性能的 95% 置信区间宽度（根据学生 T 分布）不可大于根据单一试验结果的预计性能水平上的平均值的 95% 置信区间宽度（依据正常频率分布与根据 ASTM 试验监控中心技术备忘录 94-200, LTMS 手册附录 C 计算严重性调整中使用的试验的当前的标准偏差），除非预计平均性能的 95% 置信区间（依据学生 T 分布）在相关性能规格范围内（参见 O.2.2）。
- i. 单一技术矩阵结果必须纳入 ACC 候选数据包中。
- j. 将在润滑油营销商的 API 授权表上提供针对 API 许可所使用单一技术矩阵数据的通知，且必须在使用时进行核查。示例详见 O.5。
- k. API 将定期就单一技术矩阵数据对添加剂公司进行调查。

O.4 单一技术矩阵方法的示例

注：以下示例仅采用了单一技术矩阵所要求的一些基础油变量。当组成单一技术矩阵时，必须使用所有要求的变量。

O.4.1 示例 1

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在饱和烃含量为 75%的新基础油内，就表 O-2 内所示的技术 1 进行基础油互换？

表 O-2—示例 1 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	8.1
1	2	70	8.6
1	3	80	8.4
1	4	90	8.9
1	5	100	9.2

有两种基础油的饱和烃含量高于所有基础油的饱和烃含量平均值，且两种基础油的饱和烃含量低于该平均值。因此，满足饱和烃的分散要求。

在基于饱和烃的模型中， R^2 为 85%，RMSE 为 0.1889，自由度为 3。在新基础油中，技术 1 的 95% 置信区间宽度为 0.5702。

该试验的行业标准偏差为 0.25；因此，在进行合理且公平的估计后，依据单一试验结果平均值的 95% 置信区间宽度为 0.98。

由于该模型的置信区间宽度小于依据单一试验结果平均值的置信区间宽度，所以我们进行基础油互换。

O.4.2 示例 2

表 O-3—示例 2 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	8.6
1	2	70	8.4
1	3	80	9.2
1	4	90	8.1
1	5	100	8.9

有两种基础油的饱和烃含量高于所有基础油的饱和烃含量平均值，且两种基础油的饱和烃含量低于该平均值。因此，满足饱和烃的分散要求。

该模型仅为数据的平均值，其中 RMSE 为 0.4278，自由度为 4。在新基础油中，技术 1 的 95% 置信区间宽度为 0.5311。

该试验的行业标准偏差为 0.25；因此，在进行合理且公平的估计后，依据单一试验结果平均值的 95% 置信区间宽度为 0.98。

由于该模型的置信区间宽度小于依据单一试验结果平均值的置信区间宽度，所以我们进行基础油互换。

O.4.3 示例 3A 与 3B

O.4.3.1 示例 3A

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在饱和烃含量为 75%的新基础油内，就表 O-4A 内所示的技术 1 进行基础油互换？

表 O-4A——示例 3A 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	8.6
1	2	91	8.4
1	3	93	9.2
1	4	96	8.1
1	5	100	8.9

否。有四种基础油的饱和烃含量高于矩阵中所有基础油的饱和烃含量平均值（饱和烃含量平均值=88），且只有一种基础油的饱和烃含量低于平均值。因此未满足分散要求，所以我们无法就基础油互换对该矩阵进行分析。

O.4.3.2 示例 3B

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在饱和烃含量为 95%的新基础油内，就表 O-4B 内所示的技术 1 进行基础油互换？

表 O-4B——示例 3A 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	90	8.6
1	2	97	8.4
1	3	98	9.2
1	4	99	8.1
1	5	100	8.9

虽然有四种基础油的饱和烃含量高于矩阵中所有基础油的饱和烃含量平均值（饱和烃含量平均值=96.8），且只有一种基础油的饱和烃含量低于平均值，但是因为所有基础油（在本示例中也包括所有基础油料）均属于 II 类，所以免除对饱和烃作出的分散要求。试验结果的计算与 O.4.2 所述内容一致，所以我们将进行基础油互换。

O.4.4 示例 4

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在饱和烃含量为 75%的新基础油内，就表 O-5 内所示的技术 1 进行基础油互换？

表 O-5—示例 4 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	9.8
1	2	70	7.1
1	2	70	8.9
1	3	80	8.9
1	4	90	5.0
1	4	90	7.9
1	4	90	8.1
1	5	100	9.4

有两种基础油的饱和烃含量高于所有基础油的饱和烃含量平均值，且两种基础油的饱和烃含量低于该平均值。因此，满足饱和烃的分散要求。

该模型仅为数据的平均值，其中 RMSE 为 1.535，自由度为 7。在新基础油中，技术 1 的 95%置信区间宽度为 2.5670（95%置信区间为 6.9 至 9.4）。

该试验的行业标准偏差为 0.25；因此，在进行合理且公平的估计后，依据单一试验结果平均值的 95%置信区间宽度为 0.98。

由于该模型的置信区间宽度大于依据单一试验结果平均值的置信区间宽度，并且该置信区间数值较低的一端（6.9）延伸至通过限值（8.0）以下，所以我们不进行基础油互换。

但是，我们注意到，试验结果为 5.0，这一数值异常的低。该观察结果的学生化残差为 3.6，其大于单侧 $t_{0.025,7}$ ，即 2.4。由于基础油的数量保持在五种，所以观察结果可从分析中删除。若要删除被视为异常值的观察结果，则在新基础油内，技术 1 的置信区间的数值较低的一端将大于通过限值（该宽度也小于 0.98），所以我们将进行基础油互换。

O.4.5 示例 5

表 O-6—示例 5 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	9.8
1	2	70	7.1
1	2	70	8.0
1	3	80	8.9
1	4	90	5.0
1	4	90	7.9
1	4	90	8.1
1	5	100	9.4

否。若采用该技术，在数量为 2 的基础油内无法通过。请注意，若采用 MTAC，在数量为 4 的基础油内无法通过。

O.4.6 示例 6

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在处于基础油特性的极端值之间的新基础油内，就表 O-7 内所示的技术 1 与技术 2 进行基础油互换？

表 O-7—示例 6 变量

技术	基础油	基础油特征	试验结果
1	1	极高	8.1
1	2	中等	8.6
1	3	低	8.4
1	4	高	8.9
1	5	极低	9.2
2	1	极高	8.9
2	6	中等	9.2
2	7	高	9.6
2	5	极低	8.8

在基于技术 1 的模型中, R^2 为 32%, RMSE 为 0.3999, 自由度为 7。在新基础油中, 技术 1 的 95% 置信区间宽度为 0.846。在新基础油中, 技术 2 的 95% 置信区间宽度为 0.946。

该试验的行业标准偏差为 0.25; 因此, 在进行合理且公平的估计后, 依据单一试验结果平均值的 95% 置信区间宽度为 0.98。

由于该模型的置信区间宽度小于依据针对两项技术的单一试验结果平均值的置信区间宽度, 所以我们对两项技术进行基础油互换。

O.4.7 示例 7

在最低通过限值为 8.0 的试验中, 我们是否在饱和烃含量为 75%的新基础油内, 就表 O-8 内所示的技术 1 进行基础油互换?

表 O-8—示例 7 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	8.5
1	2	70	7.1
1A	2	70	8.6
1A	3	80	8.9
1A	4	90	5.0
1A	4	90	8.9
1B	4	90	8.8
1B	5	100	9.0

否。既然我们已经作出了两项轻微配方改良, 则需要在两种额外基础油内获取试验结果。也请注意, 技术 1 不可进行基础油互换。只有技术 1B 可进行基础油互换。

O.4.8 示例 8

在最低通过限值为 8.0 的试验中，我们是否在饱和烃含量为 75%的新基础油内，就表 R-9 内所示的技术 1B 进行基础油互换？

表 O-9—示例 8 变量

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果
1	1	60	8.5
1	2	70	7.1
1A	2	70	8.6
1A	3	80	8.9
1A	4	90	5.0
1A	4	90	8.9
1B	4	90	8.8
1B	5	100	9.0
1B	6	75	8.7
1B	7	85	8.7

是。假定技术 1A 与技术 1B 是根据美国化学理事会的产品批准实施规程而作出的轻微配方改良。我们已增加两种基础油以对两项改性技术进行补偿，分散要求已得到满足，并且该模型的置信区间宽度小于依据单一试验结果平均值的置信区间宽度（假定行业标准偏差为 0.25）。但是，请注意，我们仅在采用技术 1B 时进行互换。在采用技术 1 或 1A 的情况下，我们不进行互换。

O.5 向 API 发出的单一技术矩阵使用通知

若使用单一技术矩阵数据以使得润滑油配方能够获得 API 许可，润滑油营销商必须就 EOLCS 许可申请第 B 与 Q 部分内容通知 API。《EOLCS 在线申请表》中包括了专门询问是否使用了 STM 的复选框。该复选框位于 BOI 与 VGRA 下方。《EOLCS 在线申请表》还会询问润滑油营销商以确定哪些试验使用了 STM 支持数据。所要求的信息示例，详见图 O-1。

注：润滑油营销商必须对 STM 支持数据进行存档。

支持性标准		
如果 API 基础油互换性指南被用于支持配方，请列出适用的发动机试验：*	<input type="checkbox"/> 单击以选择试验.....	
如果使用了《API 粘度等级延伸指南》来支持配方，请列出应用的发动机试验：*	<input type="checkbox"/> 单击以选择试验.....	
是否使用了 STM (API 关于使用单一技术矩阵的指南)：* <input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否		

图 O-1—EOLCS 在线申请表中的 STM 核对示例

O.6 批准用于 STM 的具体发动机试验

O.6.1 序列 IIIF

关键的基础油变量为：

- 基础油饱和烃含量 (ASTM D2007)
- 基础油的硫含量 (当基础油的硫含量低于或等于 0.03% 时除外) (附录 E 的表 E-1 内 API 批准的试验)
- 100°C 时的基础油粘度 (ASTM D445)
- 基础油的粘度指数 (ASTM D2270)
- 全配方油 (成品油) 的 Noack 挥发值 (ASTM D5800)

单一技术矩阵必须包括至少 7 种不同的基础油。相关试验参数为：

- 持续 80 小时的粘度增加百分比
- 加权活塞沉积物
- 平均活塞漆膜
- 凸轮轴与升降杆平均磨损情况
- 粘环

单一技术矩阵必须包括表 O-1 内规定的最小数量的基础油。STM 内的各项技术必须符合各种基础油内的各个相关试验参数要求 (在 1 次试验内或根据 MTAC)。

置信区间适用于各个相关的试验参数，除了凸轮轴与升降杆平均磨损情况与粘环。

在相同的多个技术矩阵内，乘用车机油 (PCMO) 技术无法与重型柴油发动机机油 (HDEO) 技术一起使用。若使用多个技术矩阵，其必须包括所有 PCMO 技术或所有 HDEO 技术。

除了任何默认的分散要求，对基础油的粘度指数也有分散要求。

O.6.2 使用序列 IIIF 的详例

表 O-10—采用 STM 的示例的序列 IIIF 参数

基础油	基础油饱和烃含量 D2007	基础油含硫量 D4294	成品油 Noack 挥发性 D5800	基础油粘度 100°C 时 D445	基础油的粘度指数 D2270	IIIF 粘度增加百分比	IIIF 加权活塞沉积物	IIIF 平均活塞漆膜	IIIF 凸轮与升降杆平均磨损情况	IIIF 粘环
1	75.4	0.2049	16.9	5.61	105	311.2	4.92	9.1	10.8	0
1	75.4	0.2049	16.9	5.61	105	190	4.44	9.4	7.0	0
2	68.3	0.3055	18.2	4.46	100	270.4	4.17	9.1	7.9	0
3	70.7	0.3132	15.8	4.39	102	108.3	3.76	8.9	6.8	0
3	70.7	0.3132	15.8	4.39	102	268	4.44	9.1	8.2	0
4	66.7	0.2171	16.6	4.86	104	111.4	5.20	9.2	7.7	0
5	73.9	0.3423	13.9	5.10	103	162.1	4.32	9.2	5.6	0
6	84.1	0.0740	14.7	5.47	102	67	4.2	9.4	5.1	0
7	61.2	0.3641	16.0	4.31	96	311.1	3.95	9.5	8.7	0
7	61.2	0.3641	16.0	4.31	96	212	3.97	9.5	5.7	0
新	72	0.25	16.2	5.00	102					

步骤 1：在该矩阵内，基础油的数量是否充足？

是。在该矩阵内，有 7 种基础油。最少试验次数即为全配方油的关键基础油变量的数量（饱和烃含量、硫含量、100°C 下的粘度与粘度指数）以及 Noack 挥发值加二。

步骤 2：我们是否满足对饱和烃含量与基础油粘度指数作出的分散要求？

是。有四种饱和烃含量低于所有基础油的饱和烃含量平均值（71.5）的基础油与三种饱和烃含量高于平均值的基础油。有四种基础油粘度指数低于所有基础油的基础油粘度指数平均值（102.1）的基础油与三种基础油粘度指数高于平均值的基础油。

步骤 3：在该矩阵的每种基础油内，技术 1 是否通过？

是。一些通过一次试验通过，以及一些依据 MTAC 通过。

步骤 4：依据该矩阵的分析，经预测，在新基础油内技术 1 是否通过？

是。对新基础油的预测是基于一个非常简单的模型（参见表 O-11）与所有其他基础油的平均值，因为在采用该技术在超出范围的基础油上进行的试验中，效果并不明显。

表 O-11—步骤 4：经预测的模型

基础油	基础油饱和烃含量 D 2007	基础油含硫量 D 4294	成品油 Noack 挥发性 D 5800	100°C 时基础油粘度 D 445	基础油的粘度指数 D 2270	经预测的模型				
						IIIF 粘度增加百分比	IIIF 加权活塞沉积物	IIIF 平均活塞漆膜	IIIF 凸轮与升降杆平均磨损情况	IIIF 粘环
新	72	0.25	16.2	5.00	102	201	4.3	9.2	7.4	0

步骤 5: 存在异常值吗?

可能存在的异常值将包括学生化残差超过学生 T 分布的试验结果（比例为单侧百分之 0.025），其中在模型内的均方根误差的计算中使用的自由度为 9。

$$t_{0.05,9}=2.262$$

根据 O.2.4 内的计算，可能存在两个异常值（参见表 O-12）。应就出现这些异常值的可能原因进行调查。假定未进行调查，则不可从示例中删除这些异常值。在未来进行调查后，试验发起者可按参数删除该等经确定的异常值。但是，请注意，不可删除就加权活塞沉积物确定的异常值（即 2.65），除非对该技术进行再次试验，从而就加权活塞沉积物，将矩阵内的基础油数量重新设为 7。

表 O-12—步骤 5: 学生化残差

试验次数	IIIF 粘度增加百分比	IIIF 加权活塞沉积物	IIIF 平均活塞漆膜	IIIF 凸轮与升降杆平均磨损情况	IIIF 粘环
1	1.38	1.47	-0.71	2.86	0
2	-0.13	0.23	0.82	-0.20	0
3	0.81	-0.38	-0.71	0.32	0
4	-1.13	-1.45	-2.09	-0.32	0
5	0.78	0.23	-0.71	0.50	0
6	-1.08	2.65	-0.20	0.20	0
7	-0.45	-0.04	-0.20	-1.09	0
8	-1.79	-0.31	0.82	-1.48	0
9	1.38	-0.91	1.44	0.82	0
10	0.12	-0.86	1.44	-1.02	0

步骤 6: 就所有相关试验参数而言，预计平均性能的 95%置信区间（依据学生 T 分布）数值较低的一端在通过区域是否依据单一技术矩阵模型？对于所有相关试验参数，若未依据该模型，则依据单一技术矩阵模型的预计平均性能的 95%置信区间宽度（根据学生 T 分布）是否低于或等同于根据单一试验结果的预计性能水平上的平均值的 95%置信区间宽度（依据正常频率分布与根据 ASTM 试验监控中心技术备忘录 94-200, LTMS 手册附录 C 计算严重性调整中使用的试验的当前标准偏差）？

是。就所有其他试验参数而言，对粘度增加百分比进行了计算和总结，如下所示。

依据单一试验结果平均值的置信区间宽度：

$$\text{转换 (结果)} + (Z_{0.05} \times \sigma) \text{ 至 } \text{转换 (结果)} - (Z_{0.05} \times \sigma)$$

式中：

结果 = 根据 STM 分析，新基础油的预计试验结果

- 转换 = 该试验的行业转换；平方根倒数
 σ = 根据 ASTM 试验监控中心技术备忘录 94-200, LTMS 手册附录 C 计算严重性调整中使用的试验的当前标准偏差。

$$1/\text{(结果)}^{1/2} + (1.96 \times 0.0129546) \text{ 至 } 1/\text{(结果)}^{1/2} - (1.96 \times 0.0129546)$$

$$1/(201)^{1/2} + (1.96 \times 0.0129546) \text{ 至 } 1/(201)^{1/2} - (1.96 \times 0.0129546)$$

0.0959 至 0.0451 (采用转换的单位)

依据采用了行业公布的标准偏差的单一试验结果的粘度增加百分比的真实平均值的 95% 置信区间为 109 至 491

采用原始单位的置信区间宽度为 $491 - 109 = 382$

预计试验结果的置信区间宽度：

$$\text{转换 (结果)} + (t_{0.05, df} \times S \times \sqrt{h_i}) \text{ 至 } \text{转换 (结果)} - (t_{0.05, df} \times S \times \sqrt{h_i})$$

式中：

- 结果 = 根据 STM 分析，新基础油的预计试验结果
 转换 = 在该 STM 分析内使用的转换：无
 S = 该 STM 分析中的均方根误差 (RMSE)
 Df = 计算 RMSE 时使用的自由度

$$(\text{结果}) - (2.262 \times 88.13112 \times 0.3162) \text{ 至 } (\text{结果}) + (2.262 \times 88.13112 \times 0.3162)$$

$$(201) - (63.0353) \text{ 至 } (201) + (63.0353)$$

依据 STM 数据与分析的粘度增加百分比的真实平均值的 95% 置信区间为 138 至 264。

采用原始单位的置信区间宽度为 $264 - 138 = 126$ 。就置信区间宽度的总结，详见表 O-13。

表 O-13—置信区间宽度总结

IIIF 参数	依据单一试验结果平均值的置信区间宽度	预计试验结果的置信区间宽度	预计试验结果的置信区间宽度是否更小？
粘度增加百分比	382	126	是
加权活塞沉积物	2.58	0.63	是
平均活塞漆膜	0.86	0.29	是

步骤 7：在序列 IIIF 试验中，若新基础油的饱和烃含量、硫含量、粘度、粘度指数与混合挥发性处于适当范围内，我们是否就技术 1 进行基础油互换？

是

O.6.3 序列 IIIF-HD

关键的基础油变量为：

- 基础油饱和烃含量 (ASTM D2007)
- 基础油的硫含量（当基础油的硫含量低于或等于 0.03% 时除外）（附录 E 的表 E-1 内 API 批准的试验）
- 100°C 时的基础油粘度 (ASTM D445)
- 基础油的粘度指数 (ASTM D2270)
- 全配方油（成品油）的 Noack 挥发值 (ASTM D5800)

单一技术矩阵必须包括至少 7 种不同的基础油。相关试验参数为：

- 持续 60 小时的粘度增加百分比

单一技术矩阵必须包括表 O-1 内规定的最小数量的基础油。STM 内的各项技术必须符合各种基础油内的各个相关试验参数要求（在 1 次试验内或根据 MTAC）。

置信区间适用于各个相关的试验参数，除热粘活塞环外。

在相同的多个技术矩阵内，乘用车机油 (PCMO) 技术无法与重型柴油发动机机油 (HDEO) 技术一起使用。若使用多个技术矩阵，其必须包括所有 PCMO 技术或所有 HDEO 技术。

除了任何默认的分散要求，对基础油的粘度指数也有分散要求。

O.6.4 序列 IIIG

关键的基础油变量为：

- 基础油饱和烃含量 (ASTM D2007)
- 基础油的硫含量（当基础油的硫含量低于或等于 0.03% 时除外）（附录 E 的表 E-1 内 API 批准的试验）
- 100°C 时的基础油粘度 (ASTM D445)
- 基础油的粘度指数 (ASTM D2270)
- 全配方油（成品油）的 Noack 挥发值 (ASTM D5800)

单一技术矩阵必须包括至少 7 种不同的基础油。相关试验参数为：

- 持续 100 小时的粘度增加百分比
- 加权活塞沉积物

- 凸轮与升降杆平均磨损情况
- 热粘活塞环

单一技术矩阵必须包括表 O-1 内规定的最小数量的基础油。STM 内的各项技术必须符合各种基础油内的各个相关试验参数要求（在 1 次试验内或根据 MTAC）。

置信区间适用于各个相关的试验参数，除热粘活塞环外。

在相同的多个技术矩阵内，乘用车机油（PCMO）技术无法与重型柴油发动机机油（HDEO）技术一起使用。若使用多个技术矩阵，其必须包括所有 PCMO 技术或所有 HDEO 技术。

除了任何默认的分散要求，对基础油的粘度指数也有分散要求。

O.6.5 序列 IIIGA

关键的基础油变量为：

- 基础油饱和烃含量（ASTM D2007）
- 基础油的硫含量（当基础油的硫含量低于或等于 0.03% 时除外）（附录 E 的表 E-1 内 API 批准的试验）
- 100°C 时的基础油粘度（ASTM D445）
- 基础油的粘度指数（ASTM D2270）
- 全配方油（成品油）的 Noack 挥发值（ASTM D5800）

单一技术矩阵必须包括至少 7 种不同的基础油。相关试验参数为：

- MRVTP-1

单一技术矩阵必须包括表 O-1 内规定的最小数量的基础油。STM 内的各项技术必须符合各种基础油内的各个相关试验参数要求（MTAC 不适用）。

由于试验结果分布的性质与巨大的试验变化性，置信区间不适用于 MRVTP-1。

在相同的多个技术矩阵内，乘用车机油（PCMO）技术无法与重型柴油发动机机油（HDEO）技术一起使用。若使用多个技术矩阵其必须包括所有 PCMO 技术或所有 HDEO 技术。

除了任何默认的分散要求，对基础油的粘度指数也有分散要求。

在试验的精度范围内，对使用序列 IIIGA 矩阵的额外要求如下：候选油的新油 MRV 在经混合从而达到相同的粘度等级后，等同于或小于矩阵内至少一种通过油品的新油 MRV。在 SAEJ300 中规定的适当温度下进行 ASTMD4684MRV 试验。

附录 P

API 单一技术矩阵使用指南

P.0 目录

P.1 一般原则和要求

P.2 单一技术矩阵：制定概况

P.3 单一技术矩阵使用注意事项

P.4 批准用于 STM 的具体发动机试验

P.5 计算和方法详述

P.6 单一技术矩阵示例

P.1 一般原则和要求

单一技术矩阵，或 **STM**，是一种基于数据的方法，用于预测特定技术在特定基础油中的性能。根据候选油的相关基础油特性对其进行测试的预测模型仅适用于最终技术。成功预测测试结果可以用来代替候选油的发动机试验结果。成功预测测试结果和 **STM** 支持文件在美国化学理事会（ACC）的实践准则候选人数据包中予以报告。

附录 P 中概述的 **STM** 只适用于 P.4 节中记录的发动机试验。为了纳入任何额外的发动机试验，有必要了解可能影响该发动机试验结果变异性的关键物理和化学特性。在 APIBOI/VGRA 工作组提出建议并被 API 润滑油标准工作组采纳后，发动机试验可被添加到 P.4 中，与那些定义相关基础油特性的测试一起。

STM 必须遵循 P.1 至 P.3 中列出的准则和要求，以及 P.4 中为该发动机试验列出的任何和所有发动机试验的具体准则和要求。**STM** 只包括由属于 APII、II、III 和 IV 类基础油料组成的基础油。

P.1.1 简介

STM 适用于特定的技术，适用于特定的 API 性能类别，在确定的测试期日期范围内，该范围由相关基础油特性来约束，而这些特性涵盖了一系列的关键特性。对模型数据集的分析建立了一个预测模型，在这个关键特性范围内使用。预测模型被用来生成候选油的预测测试结果。如果所有数据集、模型和工艺指南以及 P.1 至 P.3 中列出的要求（以及 P.4 中列出的针对具体发动机试验的任何额外要求）都得到满足，则可以用成功预测测试结果代替发动机试验结果来支持候选油的 API 许可声明。

本附录旨在定义过程、要求、关键术语、适用的发动机试验，并提供说明性示例。在本附录中，带有定义的

关键术语将以斜体字出现。

P.1.2 定义

为更好理解 **STM** 发展和应用，需要如下关键术语。

P.1.2.1 单一技术矩阵 (STM) 是一种基于数据的方法，用于预测特定技术在特定基础油中对特定 API 性能类别的性能。它是基于单一供应商技术的有效测试数据，在各种基础油中进行测试。根据候选油的相关基础油特性对其进行测试的预测模型仅适用于最终技术。

P.1.2.2 技术

P.1.2.2.1 单一技术是指以恒定处理率使用单一添加剂组合 (DI)，使用单一粘度改性剂，并且是单一粘度等级。

P.1.2.2.2 修改后技术包含对单一技术的具体改变。唯一允许的变化是 (1) 轻微的配方修改和 (2) 粘度——等级的改变。修改后技术本身可以被修改。对于每个修改后技术，通过次数必须增加 1 次{在模型数据集中增加一项独特的基础油，就需要额外的通过测试}。

P.1.2.2.3 最终技术由所有修改技术的最大 DI 处理水平组成（事实上，如果没有做出任何改变，可能只是单一技术），根据 API1509 附录 F 中的 VGRA 表，在 P.4 中列出的发动机试验中，测试粘度等级难度最小。

P.1.2.3 作为数据集的一部分，数据是指指定测试的测试结果；编码技术、配方和粘度改性剂信息；DI 和 DI 配方改性处理水平；测试物流，如实验室、完成日期和 ACC 注册码；基础油；基础油类别；以及相关基础油特性。

P.1.2.4 数据集

P.1.2.4.1 单一技术矩阵数据集包含相关 **STM** 数据。它包括在技术相关范围内对已测试成品油进行尽职调查时所发现的相关合格和不合格数据、相关基础油特性和定义的测试期日期范围。只有在操作上有效的、可解释的、根据 ACC 实践规范注册的试验才可以进入这个数据集。

P.1.2.4.2 一个模型数据集由来自单一技术矩阵数据集的数据组成，并须符合以下要求、标准和定义：

- a) 分散要求
- b) 相关基础油特性
- c) 通过次数
- d) P.4 中的具体试验要求

异常值和影响分散要求的数据将从模型数据集中删除。然而，它们被保留在单一技术矩阵数据集中。必须重新评估上述 a) 至 d) 项，并在删除任何数据后符合其要求。

如果 a) 到 d) 项得到满足，纳入不合格数据（关于合格测试结果的定义，见 P.1.2.12），由模型开发者决定。

P.1.2.5 基础油、基础油料和候选的定义

P.1.2.5.1 附录 E 中 E.1.2.1 对基础油料进行了定义。

P.1.2.5.2 附录 E 中 E.1.2.2 对基础油料体系进行了定义。

P.1.2.5.3 附录 E 中 E.1.2.3 对基础油进行了定义，并以相关的基础油特性为特征。

用于附录 P 的基础油只能由属于 APII、II、III 和 IV 类基础油料组成。

P.1.2.5.4 候选基础油是一种新的基础油，希望通过利用 STM 最终技术对其进行鉴定。

P.1.2.5.5 用于附录 P 的候选油是指与最终技术混合的候选基础油，其中包括特定的粘度等级，用于特定 API 性能类别的特定性能测试，其性能由现有预测模型预测。候选油的相关基础油特性应在关键特性范围内。

P.1.2.5.6 成品油是一种与技术混合的基础油。

P.1.2.6 相关基础油特性是 APIBOI/VGRA 工作组推荐的基础油或成品油特性；该特性被 API 润滑油标准工作组采纳，对附录 P 所涵盖的发动机试验性能具有较大意义和影响。相关基础油特性对测试类型具有针对性，在 P.4 中对每种测试类型进行了定义。它们是预测模型的潜在预测变量之一。

为了将发动机试验纳入附录 P，有必要了解可能影响该发动机试验结果变化的关键物理和化学基础油特性。在 APIBOI/VGRA 工作组提出建议并被 API 润滑油标准工作组采纳后，发动机试验可被添加到 P.4 中，与那些定义相关基础油特性的测试一起。

报告的相关基础油特性应准确反映 STM 中使用的基础油料批次。这可以通过三种方式中的一种来完成，所选择的方法应该被记录下来。推荐的文件编制做法是遵循美国化学理事会 (ACC) 的《产品审批操作规范》附录 E 中 4.b 的要求。

这三种基础油分析方法是。

- a) 对基础油和成品油相关基础油特性进行直接分析。
- b) 根据与构成基础油和成品油的各个基础油料相关数值计算出相关基础油特性。
- c) 历史基础油/基础油料特性分析。如果依靠历史基础油/基础油料数据，则应努力准确反映所使用特性，并提供解释。

P.1.2.7 关键特性范围由模型数据集中成品油的相关基础油特性范围设定。

P.1.2.8 测试期日期范围是连续的日期范围（该范围必须是一个连续的日期范围），包括来自单一技术矩阵数据集的所有数据。这仅仅是为了分析。预测测试结果必然会在测试期日期范围内完成的最后一次测试后产生。

P.1.2.9 扩散要求是对模型数据集中相关基础油特性的规定，有利于这些特性的扩散。对于必须满足 P.4 所列的扩散要求的每种相关基础油特性，可以通过满足以下 3 个标准中的至少一个来实现：

- a) 平均值两边的基础油数量必须在 1 的计数范围内或数量相等。在平均值处的任何基础油都应算作零（两边都不计算在内）。
- b) 平均值每一侧的基础油百分比必须至少为 33%。任何处于平均值的基础油都不被认为是在一个侧面。
- c) 使用 ASTME178 单面测试，标准偏差从同一样本中计算出来，上限意义为 10%，不得超过 T 的临界值。

一份基础油可能需要在测试中重复使用；但是，在扩散要求的计算中，对于相关基础油特性只计算一次。基础油的重复可能是 ACC 操作规范附录 F 中定义的多重测试评估程序（MTEP）的结果，也可能是因为使用修改后技术。

P.1.2.10 美国化学理事会（ACC）的《实践准则》中描述了轻微配方修改的准则。轻微配方修改是允许的，但每次修改都需要在模型数据集中增加一份独特基础油，并增加通过次数，因为其构成并形成了一项修改后技术。

P.1.2.11 粘度等级变化是指模型数据集中成品油粘度等级的任何变化。这是允许的，但每次改变都需要在模型数据集中增加一份独特基础油，并增加通过次数，因为其构成并形成了一项修改后技术。

P.1.2.12 模型和预测的定义

P.1.2.12.1 预测模型是通过对用于产生预测测试结果的模型数据集的统计分析而形成的数学方程式。

P.1.2.12.2 预测测试结果是预测模型为候选油生成的测试结果。

P.1.2.12.3 一个成功预测测试结果是一个预测测试结果，它是一个合格测试结果（P.1.2.12），并且，所有的数据集、模型和过程准则以及 P.1 至 P.3 中列出的要求（以及 P.4 中列出的针对特定发动机试验的任何额外要求）都得到了满足。它可以用来代替实际的发动机试验结果；但是，成功预测测试结果不能用来取代不合格的测试结果（详见 P.2）。在测试期日期范围之外的未来发动机试验数据不影响该成功预测测试结果。

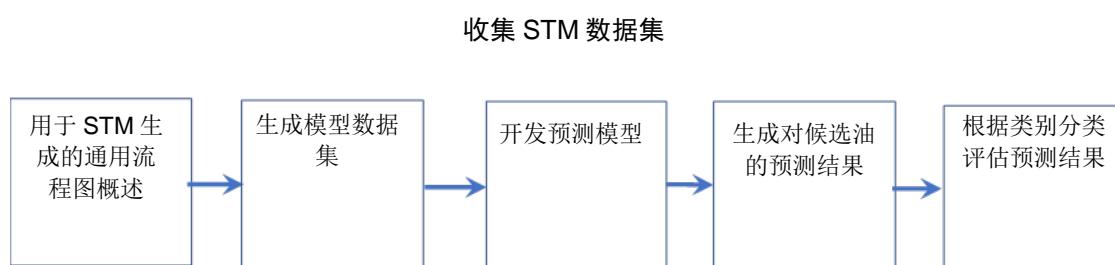
P.1.2.13 合格测试结果是指 ACC 注册的测试结果或预测测试结果，符合或超过预期 API 许可证服务类别中测试的性能类别文件所规定的要求。它可以从一次测试中获得，或通过使用适当的 MTEP 获得。

P.1.2.14 异常值是一个试验结果，其中分析的观察结果的学生化残差在学生 T 分布上为单侧百分之 97.5，或更高。即使从模型数据集中删除，异常值测试结果也必须显示在单一技术矩阵数据集中。

P.1.2.15 通过次数是指用于建立模型数据集的独特基础油的 ACC 注册合格测试结果最低数量，同时满足分散要求。一般来说，通过次数等于与测试相关的相关基础油特性的数量加 2（用于计算置信区间）。然而，请注意，每项测试的通过次数在 P.4 中有具体定义。不管是哪种发动机试验，通过次数都不能低于 5。对于每一项修改后技术，通过次数必须增加 1。

P.1.2.16 置信区间要求（见 P.5.4 的实施）是对成功预测测试结果的要求。对要求的评估是基于对预测测试结果置信区间的计算。

P.2 单一技术矩阵：制定概况



为说明性概述目的而提供。其并非规定性。

- 确定通过次数，即用于建立模型数据集独特基础油的最低合格测试结果的数量，同时满足分散要求。一般来说，通过次数的计算方法是与测试相关基础油特性的数量加上 2（在 P.4 中对每个发动机试验进行了具体定义）。这是对计算置信区间的最低要求。不管是哪种发动机试验，通过次数都不能低于 5。对于每一项修改后技术，通过次数必须增加 1。
- 生成、记录和存储一个单一技术矩阵数据集，其中包含相关 STM 数据。它包括在技术相关范围内对已测试成品油进行尽职调查时所发现的相关合格和不合格数据、相关基础油特性和定义的测试期日期范围。只有在操作上有效的、可解释的、根据 ACC 实践规范注册的试验才可以进入这个数据集。
虽然建模和分析只能在该数据集的一个子集（模型数据集）上进行，但可以要求提供单一技术矩阵数据集，并且必须应要求提供（见 P.3）。
- 生成、记录和存储一个模型数据集，该数据集由单一技术矩阵数据集的数据组成（见 P.1.2.4.2）。
- P.4 中的通过次数要求、分散要求和任何额外的测试具体要求必须在模型数据集中得到满足才能进行。
- 使用模型数据集中的数据，为 P.4 中列出的特定发动机试验所需的合格/不合格试验参数开发一个预测模型。详情见 P.5.1。使用预测模型来生成候选油的预测测试结果。
模型的技术和最终形式由模型开发者决定，但模型必须有足够的自由度来估计误差项。不同建模技术示例可以包括简单的平均值、广义线性模型、最小二乘回归、贝叶斯模型平均法等。
- 异常值测试（详见 P.5.2）是可选的。如果一个异常值通过异常值测试被识别出来，并从模型数据集中删除，则必须将其完全删除（所有通过/失败的测试参数，无论个别异常值状态如何），且仍须将其保留在单一技术矩阵数据集中（作为异常值记录）。必须重新检视 P.2。
注：虽然可以根据 MTEP 的要求放弃观测值，以确定合格/不合格，但被放弃的观测值不一定是异常值，

因此，除非确定并宣布为异常值，否则不得将其从模型数据集中放弃。

- 对于 P.4 中为特定发动机试验确定的每个合格/不合格测试参数，预测结果也必须是候选油的合格测试结果。

如果候选基础油也是单一技术矩阵数据集中用于成品油的基础油，但不是合格结果（即使被宣布为异常值），并且在单一技术矩阵数据集中没有其他带有该候选基础油的成品油合格结果，则不能用预测结果来代替该基础油的实际测试结果。

- 必须满足置信区间要求（对于 P.5 中具体列出的测试参数）。

置信区间是为每个模型和候选油生成的，是一个数学区间，涵盖了未来单一测试的预测测试结果或这种未来测试的平均值，具有一定的置信度。计算细节见 P.5.3 和 P.5.4。

- 成功预测测试结果可以用来代替实际发动机试验结果。

类别的成功预测测试结果在美国化学理事会（ACC）业务守则的候选人数据包（CDP）中提供给营销商。如果候选油的预测测试结果成功，可根据美国化学理事会产品批准守则（附录 H 和 I）和 API 1509 粘度等级延伸指南（附录 F）的 VGRA 对配方进行小幅修改。

在测试期日期范围之外的未来发动机试验数据不影响该成功预测测试结果；然而，未来的成功预测测试结果不能用于推翻未来的不合格测试结果。

成功预测测试结果有可能适用于一个以上的 API 服务类别（这些类别可能有，也可能没有，有不同的通过/失败限制和/或不同的 MTEP 标准）。对于每一个新的 API 服务类别，必须重新检视 P.2。

- 可能需要将 ΔI 、粘度等级、基础油和/或关键特性的范围扩大或扩展到成功预测测试结果的范围之外。

这可以通过运行额外的测试或扩大测试期日期范围来积累额外的发动机试验结果予以实现。必须收集一个新的单一技术矩阵数据集。必须重新检视 P.2。

P.3 单一技术矩阵使用注意事项

模型数据集和成功预测测试结果可在候选数据包中提供给石油营销商。每当 STM 被用于鉴定石油配方是否符合 API 许可条件时，石油营销商都必须在 EOLCS 许可申请中通知 API。在线许可证申请会询问是否使用过 STM。当被要求在许可表中提供配方/试验台代码时，可以在许可表中列出模型数据集中的任何一个实际试验台代码。

- 石油营销商可以要求提供用于成功预测测试结果的分析报告。
- 其他相关方也可以要求提供用于成功预测测试结果的分析报告。

P.4 批准用于 STM 的具体发动机试验

必须满足 P.2 中的所有标准和要求（除非列出的发动机试验特别豁免）。必须满足每个具体的发动机试验所列出的任何和所有额外标准和要求。

P.4.1 序列 IIIH (ASTMD8111 和 D4485 中列出的服务类别) 及附录 (60、70、80 和 90 小时版本)

相关基础油特性和通过次数的要求取决于测试类型和测试参数。

P.4.1.1 相关基础油特性和通过次数

请参阅表 P-1，了解相关特性。

可以理解的是，在比较基础油料特性时，要考虑到所列方法的精度。

在任何情况下，如果一个以上类别的基础油料是同一模型数据集的一部分，则最严格的测试要求适用。

表 P-1—所有序列 IIH 测试类型的相关基础油特性

试验类型	试验参数	基础油类别	基础油含硫量 ¹	基础油饱和烃含量 ²	基础油粘度(100 °C时) ³	基础油粘度指数 ⁴	NOACK (成品油) ⁵	最少通过次数
IIIH	PVIS	I 类	X	X (SR)	X	X (SR)	X	7
	WPD							
	HSR6							
IIIH	PVIS	II 至 IV 类	-	X	X	X (SR)	X	6
	X							
	HSR6							
IIIH60-80	PVIS	I 类	X	X (SR)	X	X (SR)	X	7
IIIH60-80	PVIS	II 至 IV 类	-	X	X	X (SR)	X	6
IIIH60	PVIS	I 类	X	X (SR)	X	X (SR)	X	7
IIIH60	PVIS	II 至 IV 类	-	X	X	X (SR)	X	6
IIIH70	PVIS	I 类	X	X (SR)	X	X (SR)	X	7
	WPD							
	APV							
IIIH70	PVIS	II 至 IV 类	-	X	X	X (SR)	X	6
	WPD							
	APV							

试验参数说明：WPD：加权活塞沉积物，APV：平均活塞漆膜，PVIS：粘度增加百分比，HSR：热粘环 X—表示需要，SR—表示需要扩展要求

注：

- 1) 基础油含硫量 (API 批准测试附录 E 表 E-I)
- 2) 基础油饱和烃含量 (API 批准测试附录 E 表 E-I)
- 3) 100 °C 时的基础油粘度 (ASTM D445)
- 4) 基础油粘度指数 (ASTM D2270)
- 5) 成品油 NOACK (ASTM DS800)
- 6) 不需要置信区间

P.5 计算和方法细节

P.5.1 预测模型

预测模型是通过对模型数据集的统计分析形成的数学方程式。模型的响应被用来生成预测测试结果。

统计方法和技术被用来将模型响应（在此情况下，一个合格/不合格的测试参数）与可用的预测变量（在此情况下，相关基础油参数、测试实验室、粘度等级、DI 和 DI 配方改性处理水平）联系起来。模型的技术和最终形式由模型开发者决定，但模型必须有足够的自由度来估计误差项。不同建模技术的例子可包括简单平均数、广义线性模型、最小二乘回归、贝叶斯模型平均法等。估计的误差被用于计算置信区间和置信区间宽度要求标准。

虽然不是必须的，但建议对测试结果进行分析，并在 ASTM 润滑油测试监测系统中确定和使用转换模型。然而，使用或不使用任何转换都由模型开发者决定。

P.5.2 异常值试验

$$e^*_i = e_i / (S_{(i)} * (\sqrt{1-h_i}))$$

式中：

- e^*_i = 学生化残差，分布于学生 T 分布较近的位置。在这种应用中，如果 e^*_i 大于 $t_{0.975, df1}$ ，则可将测试参数的第 i 个观测值宣布为异常值并从分析中删除。
- e_i = 对某一参数的第 i 个观测点进行分析的残差的绝对值 ABSOLUTEVALUE（实际测试结果-预测测试结果）。
- df = 自由度
- $df1$ = $n-p-1$
- n = 分析中使用的数据集测试结果的数量
- p = 包括截距在内的回归参数的数量
- $S_{(i)}$ = 分析中得出的均方根误差，其中从分析中删除 i 观察结果
- h_i = $x_i (X^T X)^{-1} x_i^T$ (帽子矩阵)
- X = 预测变量矩阵
- x_i = 预测变量设置（用于预测结果）
- T = 转置矩阵

P.5.3 计算置信区间和置信区间的宽度

P.5.3.1 未来单一测试结果的行业置信区间和宽度 (CIW1)

$$P_{\text{上限}} = \text{反向转换}\{\text{转换后的预测测试结果} + Z_{0.975} * \sigma\}$$

$$P_{\text{下限}} = \text{反向转换}\{\text{转换后的预测测试结果} - Z_{0.975} * \sigma\}$$

CIW_1 =绝对值 ($P_{\text{上限}} - P_{\text{下限}}$)

式中：

我们假设预测的测试结果是一个已知的、平均的测试结果

$Z_{0.975}$ = 1.96 (标准正态分布的平均数距离, 累积面积为 0.975)。

这相当于一个 95% 的双侧置信区间

σ = 用于计算 ASTM 润滑油测试监测系统中规定的严重程度调整的测试的当前标准偏差, 该标准偏差可能是一个转换的尺度; 如果□没有公布, 则无法计算 CIW_1

如果 σ 使用转换单位, 则必须在转换后的刻度上计算候选油预测测试结果的置信区间, 然后再进行反向转换

已转化 (Transformed) = 转化, 如果使用的话, 如 ASTM 润滑油测试监测系统中所定义的那样

反向转换 (BACKTRANSFORM) = 反向转换, 如果适用的话, 将转换后的结果转换回原始比例

$P_{\text{上限}}$ = 置信区间的上限

$P_{\text{下限}}$ = 置信区间的下限

P.5.3.2 估计测试结果的置信区间和平均宽度 (CIW_2)

$M_{\text{上限}} = \text{反向转换}\{\text{转换后的预测测试结果} + t_{0.975, df} * S * \sqrt{h_i}\}$

$M_{\text{下限}} = \text{反向转换}\{\text{转换后的预测测试结果} - t_{0.975, df} * S * \sqrt{h_i}\}$

CIW_2 =绝对值 ($M_{\text{上限}} - M_{\text{下限}}$)

式中：

预测测试结果是针对平均值的, 并不假定是已知的

$t_{0.975, df}$ = 学生 t 分布与平均值的距离, 累积面积为 0.975

这相当于一个 95% 的双侧置信区间

df = $n-p$

n = 分析中使用的数据集测试结果的数量

p = 包括截距在内的回归参数的数量

S = 来自分析的根平均平方误差, 可能是在转换尺度上

如果 S 使用转换单位, 则必须在转换后的刻度上计算候选油预测测试结果的置信区间, 然后再进行反向转换

转换的（Transformed）=转换，如果使用的话，由模型开发者定义。

反向转换（BACKTRANSFORM）=反向转换，如果适用的话，将转换后的结果转换回原始比例

M 上限 = 置信区间的上限

M 下限 = 置信区间的下限

h_i = $x_i (X^T X)^{-1} x_i^T$ (帽子矩阵对角线)

X = 因素矩阵

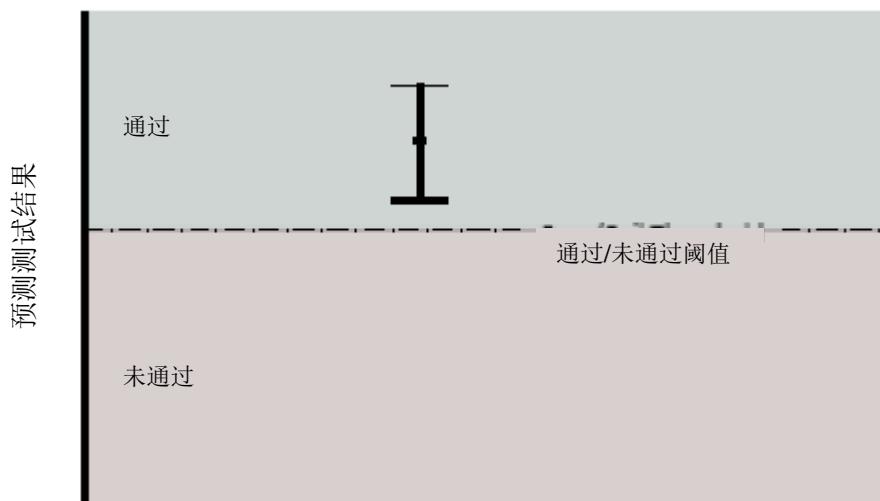
x_i = 预测变量设置（用于预测结果）*i*

T = 转置矩阵

P.5.4 置信区间要求

CIR1: M 上限和 M 下限都是合格测试结果

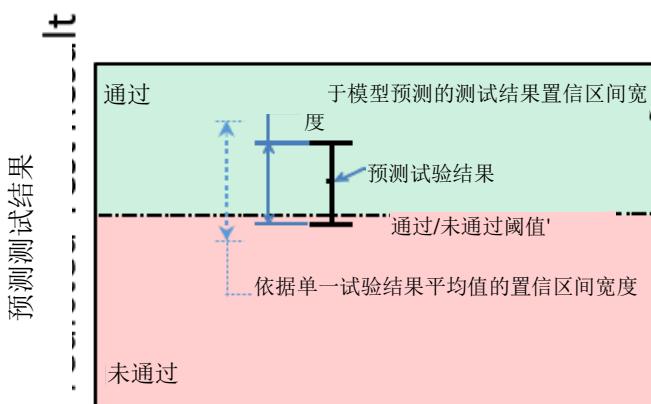
则：符合置信区间要求



CIR1: 预测的通过/失败极限阈值以上的置信区间

CIR2: 如果 $CIW_2 \leq CIW_1$

则：符合置信区间要求



CIR2: 模型预测的 CI 宽度小于基于单一测试结果的平均值的 CI 宽度

如果 CIR1 (如果可计算) 为真或 CIR2 为真

则: 符合置信区间要求

CIR:置信区间要求

P.5.5 分散要求的测量

在为分散要求进行分散计算时, 所有的原始数据和数据手段都必须根据特定的 ASTM 测试程序和使用 ASTM E29 四舍五入的标准做法进行正确的格式化。如果 ASTM 测试程序中没有规定:

使用 ASTM E29 四舍五入法将饱和度四舍五入到最接近的十分之一的位置。

使用 ASTM E29 四舍五入法, 将 VI 舍入为整数。对 VI 的四舍五入适用于模型数据集中的每一种基础油和随后的计算, 如基础油的总平均值计算。

鉴于涉及四舍五入, 在计算平均值两侧的基础油数量时, 等于平均值的相关基础油特性应算作零。

P.6 单一技术矩阵示例

这些都是简化示例, 没有描绘过程中的每一个细节, 而仅有足够细节来强调示例目的。为说明问题, 示例可能只使用和显示一个相关特性, 尽管在实际操作中会有多个相关特性。所有示例测试合格限值为最低 8.0。

P.6.1 最初未达到分散要求

- 通过次数=最大 (5, 相关特性+2)
通过次数=最大 (5, 1+2)
通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
4	3	93.0	2.7	2019年1月1日	开始日期为2020年1月1日，并删除
1	1	60.0	8.6	2020年1月1日	
1	2	91.0	8.4	2020年1月2日	
1	3	93.0	9.2	2020年1月3日	
1	4	96.0	8.1	2020年1月4日	
1	5	100.0	8.9	2020年1月5日	

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.6	2020年1月1日	
1	2	91.0	8.4	2020年1月2日	
1	3	93.0	9.2	2020年1月3日	
1	4	96.0	8.1	2020年1月4日	
1	5	100.0	8.9	2020年1月5日	

- 评估

所有基础油的平均饱和度=88.0。必须满足三个标准中的至少一个才能满足分案要求。

- 平均值两边的基础油数量必须在1的计数范围内或数量相等。有四份基础油高于平均值，只有一份基础油低于平均值。不满足。
- 平均值每一侧的基础油百分比必须至少为33%。20%的基础油低于平均值。不满足。
- 使用ASTM E178单面测试，标准偏差从同一样本中计算出来，上限意义为10%，不得超过T的临界值。T分数为1.75，超过临界值1.60。不满足。

因此，不符合分散要求。不可能有成功预测测试结果。2020年1月2日完成对技术1的补充测试。

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
4	4	60.0	8.6	2020年1月1日	限制饱和度为>=90，并删除
1	2	91.0	8.4	2020年1月2日	
1	3	93.0	9.2	2020年1月3日	
1	4	96.0	8.1	2020年1月4日	
1	5	100.0	8.9	2020年1月5日	
1	6	90.0	8.5	2020年2月1日	

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	2	91.0	8.4	2020年1月2日	
1	3	93.0	9.2	2020年1月3日	
1	4	96.0	8.1	2020年1月4日	
1	5	100.0	8.9	2020年1月5日	
1	6	90.0	8.5	2020年2月1日	

- 评估

由于所有基础油的饱和度都在 90%以上，并且不包括任何 I 类油，因此没有分散要求。可以开发 A 预测模型。

P.6.2 创建模型数据集，以满足传播要求

- 通过次数=最大 (5, 相关特性+2)

通过次数=最大 (5, 1+2)

通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.1	2019年1月1日	
1	2	62.0	8.6	2020年1月1日	
1	3	64.0	8.4	2020年1月2日	
1	4	66.0	9.2	2020年1月3日	
1	5	68.0	8.8	2020年1月4日	
1	6	70.0	8.9	2020年1月5日	
1	7	72.0	9.2	2020年1月6日	
1	8	100.0	9.2	2020年1月7日	

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.1	2019年1月1日	
1	2	62.0	8.6	2020年1月1日	
1	3	64.0	8.4	2020年1月2日	
1	4	66.0	9.2	2020年1月3日	
1	5	68.0	8.8	2020年1月4日	
1	6	70.0	8.9	2020年1月5日	
1	7	72.0	9.2	2020年1月6日	

将 8 号基础油从模型数据集中剔除，以满足分散要求。（去除基础油 8 后，3 种方法中的任何一种都能满足分散要求，可以用于本例）。

P.6.3 在模型数据集中测试失败

- 通过次数=最大（5, 相关特性+2）

通过次数=最大（5, 1+2）

通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.1	2019 年 1 月 1 日	
1	2	89.0	8.6	2020 年 1 月 1 日	
1	3	100.0	8.4	2020 年 1 月 2 日	
1	4	100.0	9.2	2020 年 1 月 3 日	
1	5	100.0	8.8	2020 年 1 月 4 日	
1	6	100.0	8.9	2020 年 1 月 5 日	
1	7	100.0	7.9	2020 年 1 月 6 日	测试不通过
1	8	100.0	9.2	2020 年 1 月 7 日	

- 模型数据集方案 1

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	3	100.0	8.4	2020 年 1 月 2 日	
1	4	100.0	9.2	2020 年 1 月 3 日	
1	5	100.0	8.8	2020 年 1 月 4 日	
1	6	100.0	8.9	2020 年 1 月 5 日	
1	7	100.0	7.9	2020 年 1 月 6 日	测试不通过
1	8	100.0	9.2	2020 年 1 月 7 日	

- 模型数据集方案 2

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	3	100.0	8.4	2020 年 1 月 2 日	
1	4	100.0	9.2	2020 年 1 月 3 日	
1	5	100.0	8.8	2020 年 1 月 4 日	
1	6	100.0	8.9	2020 年 1 月 5 日	
1	8	100.0	9.2	2020 年 1 月 7 日	

在方案 1 中，模型开发者将所有基础油降至 90% 以下，以消除单一技术矩阵数据集中未满足的分散要求。在

方案 2 中，模型开发者选择放弃基础油 7，尽管这不是满足分散要求的必要条件。这两种方案都是合法的，也是允许的，因为是否将失败的数据纳入模型数据集，是由模型开发者决定的。然而，在这两个方案中，可能不会生成基础油 7 的预测测试结果，因为它是低于合格极限的不合格情况。

- 模型数据集方案 3

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.1	2019 年 1 月 1 日	
1	2	89.0	8.6	2020 年 1 月 1 日	
1	3	100.0	8.4	2020 年 1 月 2 日	
1	4	100.0	9.2	2020 年 1 月 3 日	
1	7	100.0	7.9	2020 年 1 月 6 日	测试不通过
1	8	100.0	9.2	2020 年 1 月 7 日	

在方案 3 中，模型开发者选择放弃基础油 5 和基础油 6，以便在满足分散要求的同时能够纳入 I 类。同样，即使基础油 7 在模型数据集中，也可能不会生成预测测试结果，因为它是一个低于合格极限的不合格情况。

- 模型数据集方案 4

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	8.1	2019 年 1 月 1 日	
1	2	89.0	8.6	2020 年 1 月 1 日	
1	3	100.0	8.4	2020 年 1 月 2 日	
1	4	100.0	9.2	2020 年 1 月 3 日	
1	6	100.0	8.9	2020 年 1 月 5 日	
1	8	100.0	9.2	2020 年 1 月 7 日	

在方案 4 中，模型开发者选择放弃基础油 5 和基础油 7。如前所述，纳入失效数据是由模型开发者决定的。同样，对于基础油 7，可能不会产生预测测试结果。

P.6.4 在模型数据集中使用相同基础油时测试失败和通过情况

- 通过次数=最大 (5, 有关特性+2)

通过次数=最大 (5, 1+2)

通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1B	1	60.0	8.1	2019年1月1日	
1	6	100.0	7.7	2019年6月1日	未通过测试的基础油 6
1	7	100.0	9.2	2019年6月2日	技术 1 的基础油 7 通过
1A	7	100.0	9.2	2019年6月3日	技术 1A 的基础油 7 通过
1B	2	70.0	8.6	2020年1月1日	
1B	3	80.0	8.4	2020年1月2日	
1B	4	90.0	9.2	2020年1月3日	
1B	5	100.0	8.8	2020年1月4日	
1B	6	100.0	8.9	2020年1月5日	技术 1B 的基础油 6 通过
1B	7	100.0	7.9	2020年1月6日	未通过测试的基础油 7

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1B	1	60.0	8.1	2019年1月1日	
1B	2	70.0	8.6	2020年1月1日	
1B	3	80.0	8.4	2020年1月2日	
1B	4	90.0	9.2	2020年1月3日	
1B	5	100.0	8.8	2020年1月4日	
1B	6	100.0	8.9	2020年1月5日	
1B	7	100.0	7.9	2020年1月6日	测试不通过

技术 1 和技术 1A 被从模型数据集中删除，因为它们对于技术 1B 的 STM 来说是不必要的（注意，技术 1A 是对技术 1 的轻微配方修改，技术 1B 是对技术 1A 的轻微配方修改）。但是，由于技术关系，它们可以通过轻微配方修改保留在单一技术矩阵数据集中。基础油 7 的纳入由模型开发者决定。

在这种情况下，可以为基础油 6 和基础油 7 生成预测测试结果，因为在 2020 年 5 月 1 日获得了 6 号基础油的测试通过，在 2019 年 2 月 6 日和 2019 年 3 月 6 日获得了 7 号基础油的技术测试通过，而且数据可在单一技术矩阵数据集中获得。

P.6.5 分散要求和对模型数据集中的基础油的多次测试

- 通过次数=最大 (5, 相关特性+2)

通过次数=最大 (5, 1+2)

通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	9.2	2019年1月1日	
1	2	70.0	8.6	2020年1月1日	
1	3	80.0	8.4	2020年1月2日	
1	4	90.0	8.3	2020年1月3日	
1	5	100.0	7.9	2020年1月4日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	7.9	2020年1月5日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	7.9	2020年1月6日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	8.4	2019年1月7日	基础油 5MTAC 测试通过

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	9.2	2019年1月1日	
1	2	70.0	8.6	2020年1月1日	
1	3	80.0	8.4	2020年1月2日	
1	4	90.0	8.3	2020年1月3日	
1	5	100.0	7.9	2020年1月4日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	7.9	2020年1月5日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	7.9	2020年1月6日	基础油 5MTAC 测试通过
1	5	100.0	8.4	2019年1月7日	基础油 5MTAC 测试通过

由于 MTAC 的原因，基础油在测试中被重复使用；但是，相关基础油特性在分散要求的计算中只计算一次。因此，在模型数据集中保留了所有 4 次基础油 5 的测试。

P.6.6 导致测试结果合格的独特基础油数量不足

- 通过次数=最大（5, 相关特性+2）

通过次数=最大（5, 1+2）

通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	9.8	2020年1月1日	
1	2	70.0	7.1	2020年1月2日	基础油 2MTAC 未通过
1	2	70.0	8.0	2020年1月3日	基础油 2MTAC 未通过
1	3	80.0	8.9	2020年1月4日	
1	4	90.0	7.9	2020年1月5日	基础油 5MTAC 通过
1	4	90.0	8.1	2020年1月6日	基础油 5MTAC 通过
1	5	100.0	9.4	2020年1月7日	

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	9.8	2020年1月1日	
1	2	70.0	7.1	2020年1月2日	基础油 2MTAC 未通过
1	2	70.0	8.0	2020年1月3日	基础油 2MTAC 未通过
1	3	80.0	8.9	2020年1月4日	
1	4	90.0	7.9	2020年1月5日	基础油 5MTAC 通过
1	4	90.0	8.1	2020年1月6日	基础油 5MTAC 通过
1	5	100.0	9.4	2020年1月7日	

- 评估

由于 MTAC 的原因，基础油 2 和基础油 4 在测试中被重复使用；但是，在分散要求的计算中，相关基础油特性只计算一次。然而，通过次数=5，而我们只有 4 种独特的基础油具有合格测试结果。因此，通过次数要求没有得到满足；而且，不可能有成功预测测试结果。

P.6.7 成功预测结果取决于候选基础油

- 通过次数=最大（5, 相关特性+2）
通过次数=最大（5, 1+2）
通过次数=5

- 单一技术矩阵数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	7.9	2020年1月1日	基础油 1MTAC 通过
1	1	60.0	8.1	2020年1月2日	基础油 1MTAC 通过
1	2	70.0	8.2	2020年1月3日	
1	99	77.0	3.1	2020年1月4日	在分析中被宣布为异常值
1A	3	75.0	8.2	2020年1月5日	
1A	4	80.0	8.4	2020年1月6日	
1A	5	85.0	8.4	2020年1月7日	
1A	6	90.0	8.6	2020年1月8日	
1A	7	100.0	8.7	2020年1月9日	

- 模型数据集

技术	基础油	饱和烃含量	试验结果	完成日期	其他/意见
1	1	60.0	7.9	2020年1月1日	基础油 1MTAC 通过
1	1	60.0	8.1	2020年1月2日	基础油 1MTAC 通过
1	2	70.0	8.2	2020年1月3日	
1A	3	75.0	8.2	2020年1月5日	
1A	4	80.0	8.4	2020年1月6日	
1A	5	85.0	8.4	2020年1月7日	
1A	6	90.0	8.6	2020年1月8日	
1A	7	100.0	8.7	2020年1月9日	

- 评估

由于 MTAC 的原因，基础油 1 在测试中被重复使用；但是，相关基础油特性在分散要求的计算中只计算一次。因此，除异常值外，所有测试都保留在模型数据集中。所有基础油的平均饱和度=80.0，满足分散要求。通过次数=6（5+1 为轻微配方修改），我们有 7 种独特的基础油带来合格测试结果。因此，符合通过次数要求。

- 开发预测模型

模型：结果=6.915+0.01804 饱和物

- 确定异常值（可选）

本示例中没有显示建模的第一次迭代，但涉及基础油 99 的测试值被宣布为异常值，并从模型数据集中删除。由于在单一技术矩阵数据集中没有涉及基础油 99 的合格测试结果，我们无法生成涉及该基础油的成功预测测试结果。后续无异常值。

- 评估

候选油	技术/基础油	候选基础油的饱和度	预测模型的预测测试结果	预测结果 ≥ 8.0	其他/意见
候选油 1	1A/新	61.0	8.0	是	必须检查置信区间要求
候选油 2	1A/新	64.0	8.1	是	必须检查置信区间要求
候选油 3	1/新	不能用于技术 1			
候选油 4	1A/99	不能用于基础油 99			

我们可以只用候选油 1 和候选油 2 继续进行。

- 计算置信区间和置信区间宽度

测试的行业标准差为 0.02，没有转化。

$$CIW_1 = (\text{预测试验结果} + Z_{0.975} * \sigma) - (\text{预测试验结果} - Z_{0.975} * \sigma)$$

$$CIW_1 = (8.0 + 1.96 * 0.02) - (8.0 - 1.96 * 0.02)$$

$$CIW_1 = 0.08$$

请注意，本例中没有显示 CIW_2 的计算细节，但其结果可以复制。

候选油	预测试验结果	CIW ₁	M 上限	M 下限	CIW ₂	其他/意见
候选油 1	8.0	0.08	7.9	8.1	0.2	
候选油 2	8.1	0.08	8.0	8.2	0.2	

CIR1：M 上限和 M 下限都是合格测试结果

则：符合置信区间要求

CIR2：如果 $CIW_2 \leq CIW_1$

则：符合置信区间要求

- 评估

候选油 1 未通过置信区间要求中的 CIR1 和 CIR2。

候选油 1 没有成功预测测试结果。

候选油 2 通过了 CIR1，但没有通过 CIR2。我们可以继续处理候选油 2。

- 候选油 2 的成功预测测试结果。

候选油 2 的预测测试结果是一个成功预测测试结果。成功预测测试结果可以用来代替实际发动机试验结果。

附录 Q 术语表

就本标准而言，下列定义适用：

行政指导专家组（AGP）：一家由三位 API 成员和三位汽车制造商（福特、通用汽车和戴姆勒-克莱斯勒）成员组成的平衡机构，每年至少召开一次会议，评估 EOLCS 计划的运作。

售后审计计划（AMAP）：参见第 8 章，以及以下“监控、执行和符合性”部分。

美国汽车制造商协会（AAMA）：一个代表汽车制造商的行业协会，总部设于美国。AAMA 于 1999 年 5 月 1 日解散。

注：1992 年 12 月 16 日，美国机动车辆制造商协会（MVMA）更名为美国汽车制造商协会。

美国化学理事会（ACC）：一个负责制定和管理石油添加剂专家组产品批准实施规程（ACC 实施规程，参见附录 K）的行业协会，原名为化学品制造商协会（CMA）。

美国石油学会（API）：一个致力于推广美国石油利益、鼓励石油技术发展、在国家问题上与政府合作、为政府和公众提供石油行业信息的行业协会。

API 基础油可互换性指南：一种通过允许互换使用某些基础油，无需对每种基础油进行完整的发动机和台架试验程序来降低试验成本的系统。该系统的详情参见附录 E。

API 认证标志：即使制定了新的最低发动机机油标准，对于指定应用（如汽油、灵活燃料、轻型柴油），API 标志也将保持不变。

APISAE 粘度等级发动机试验指南：针对不同润滑油粘度等级建立的指南，允许使用某些发动机和台架试验结果替代附加试验。该指南的详情参见附录 F。

API 标志：由 API 授权并由润滑油营销商使用的关于发动机机油产品的标志，以证明符合 APIEOLCS 中制定的质量标准。

API 服务符号：API 标识通过字母数字服务类别、SAE 粘度等级和任何当前适用的分类，包括但不限于“资源节约”、“SNPLUS”和“CI-4PLUS”分类，来确定具体的发动机机油性能水平。

ASTM：一个负责公布试验方法和开发试验评估技术的专业协会。

ASTM 试验监控中心：ASTM 的一个实体，负责监控发动机试验台和实验室的校准（参见“参考实验室”）。

基础油：基础油是指用于成品润滑油的基础油料或基础油料的混合物。

基础油可互换性指南：参见上述《API 基础油可互换性指南》。

基础油料：基础油料由单一制造商按相同的规范生产的润滑油成分（独立于原油源地或制造基地），符合相同的制造商规范，采用独特的配方、产品标识号或两者加以识别。基础油料应基本上不含通过制造、污染或曾经的使用而引入的材料。

基础油料制造商：基础油料制造商是一个负责监督一个或多个基础油料生产的组织，通过化学转化和/或物理分离的方式，产生由该制造商指定的物理和/或化学特性定义的产品。

基础油料体系：具有不同粘度，但属同一基础油料类，来自同一制造商的基础油料产品线。

台架试验：检测发动机机油各种性能参数的实验室试验。

发动机机油：一种可根据最新版 SAE J300 表 1 中确定的一种或多种粘度等级组合进行分类的润滑油。发动机机油也称为机油。发动机机油包括柴油发动机机油和乘用车机油（PCMO）。

发动机机油许可和认证系统（EOLCS）：一种管理程序和具有法律执行力的体系，API 据此授权发动机机油营销商按正式许可协议，在符合指定行业标准的润滑油上展示 API 标志。

发动机机油许可和认证系统（EOLCS）在线申请

《EOLCS 在线申请表》可在 <http://engineoil.api.org> 上找到。在线申请表要求潜在和现有被许可方提供并维护有关许可润滑油的下列信息：

- a. 元素分析数据。
- b. 成品油物理特性。
- c. 添加剂和基础油信息。
- d. 发动机试验信息（适用类别发动机试验、基础油互换 / 粘度等级延伸使用的试验台代码）。
- e. 产品追踪代码信息。

潜在和现有被许可方需要提供并维护公司和联系信息。包括下列信息：

- a. 公司地址、电话、传真和网站信息。
- b. 联系地址、电话、传真和电子邮件信息。

此外，获授权营销商必须完成年度续签的步骤，并要定期对审计结果作出回应。审计过程如第 8 章所述。

有关在线申请的问题，请发送电子邮件至 eolcs@api.org 联系 API 服务台。也可致电 1-877-562-5187，联系服务台工作人员。

发动机试验：（也叫发动机序列试验或序列试验）使用在实验室条件下运行的全尺寸发动机对油品性能的测试。

配方标识符：一种允许通过配方在市场上追踪样品的字母数字标志。

配方/试验台代码：根据 ACC 实施规程的定义，在发动机试验之前，为每种待检验的候选油分配一个唯一识别号，以识别候选油的配方、发起者、混合物、混合物修改、试验类型、运行编号、检测实验室和试验台。

独立润滑油制造商协会（ILMA）：一个从事混合、融合、配制、包装、营销和分销润滑油的行业协会。

行业间咨询专家组（IAG）：为 API/汽车制造商行政指导专家组提供有关 APIEOLCS 的建议。行业间咨询专家组由来自福特、通用汽车、克莱斯勒、ACC、API、ASTM、EMA、ILMA、JAMA、PAJ、SAE 和美国陆军等组织的代表组成。

国际润滑剂规范咨询委员会（ILSAC）：福特、通用汽车、克莱斯勒和 JAMA 成员组成的联合委员会，协助开发新的润滑油最低性能标准。

日本汽车制造商协会（JAMA）：一个代表汽车制造商的行业协会，总部设于日本。

许可编号：成功完成许可过程后颁发给营销商的标识号，并用于审计目的。

许可指纹：《EOLCS 在线申请表》的成品油物理特性和元素分析部分定义的许可配方的物理和化学特性。

系统监控、执行和符合性：根据 API 许可协议的规定，实施售后监控和执行，以确保在市场中为消费者展示 API 标志，并遵守相关的技术规范。

润滑油营销商：负责维持品牌名称的完整性和品牌产品的市场代表性的营销组织。

在线申请：见《发动机机油许可和认证系统（EOLCS），在线申请》条目，

乘用车机油（PCMO）：乘用车、轻型卡车和类似车辆的发动机机油（另请参见“发动机机油”）。

石油添加剂专家组产品批准实施规程（ACC 实施规程）：由 ACC 开发的系统，用于记录和说明发动机试验，以确保润滑油符合指定的性能规范。该系统的详情参见附录 K。

日本石油协会（PAJ）：一个代表石油公司的行业协会，总部设于日本，致力于推广日本石油利益。

物理和化学特性：几项测量发动机机油各种物理特性和成分（构成）的分析试验结果。

产品追踪代码：一种允许通过配方、包装日期和原产地对市场上的润滑油样品进行追踪的代码。

临时许可：API 授予营销商权力，允许在 ASTM 宣布其中一项必要的发动机试验“失控”时，使用特定发动机机油的临时许可。也可通过从另一临时许可发动机机油进行 SAE 粘度等级发动机试验“延伸”，对符合资格的发动机机油授予临时许可（详见第 3.7 条）。

参考实验室：ASTM 试验监控中心的盲点参考油系统监控的发动机检测实验室。

SAE：为开发、收集和传播交通技术知识而成立的工程协会。

服务类别：API 开发的字母数字代码，指定 ASTMD4485 和 SAEJ183 定义的性能水平。随着新服务类别的开发，可能会分配新的字母数字代码。

严重性调整：数学上推导的校正系数，旨在减少或消除实验室偏差。严重性调整由检测实验室开发，并由 ACC 监控机构和 ASTM 试验监控中心确认。



200 Massachusetts Avenue, NW
Suite 1100
Washington, DC 20001-5571
USA
202-682-8000

石油工业标准化研究所
北京市海淀区学院路 20 号
邮编：100083
电话：010-83598316
传真：010-83598316
E-mail:bzhs@petrochina.com.cn
www.petrostd.com

CopyrightRegistrationPending
内部交流，版权所有
ProductNo. F150921