

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6084—2012

航空燃气涡轮发动机润滑油技术规范

Specification for aero and aero-derived gas turbine engine lubricants

2012-06-29 发布

2012-11-01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民用航空局第二研究所、中国石化润滑油公司重庆分公司。

本标准主要起草人：夏祖西、柳华、杨智渊、苏正良、马德超、宗明、梅莉。

MH

航空燃气涡轮发动机润滑油技术规范

1 范围

本标准规定了航空燃气涡轮发动机润滑油（5厘斯等级）（以下简称涡轮发动机润滑油）的成分、技术要求和质量检验要求。

本标准适用于航空燃气涡轮发动机润滑油的生产。

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，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ASTM D 92 用克利夫兰开杯法测定石油产品的闪点和燃点的试验方法

ASTM D 97 石油产品倾点的标准测试方法

ASTM D 445 透明与不透明液体运动黏度的测试方法（动力黏度的计算）

ASTM D 892 润滑油起泡特性的试验方法

ASTM D 972 润滑脂和润滑油蒸发损失

ASTM D 2532 航空涡轮润滑油承受低温后黏度和黏度变化的标准测试方法

ASTM D 2603 含聚合物油的声剪切稳定性的试验方法

Def Stan 05-50 第61部分 方法 9 氧化安定性的防护

Def Stan 05-50 第61部分 方法 22 燃气涡轮发动机润滑油与弹性体相容性的评估方法

Def Stan 05-50 第61部分 方法 24 燃气涡轮发动机润滑油中基础油、添加剂等混合物相容性的评估

FED-STD-791 方法3010 航空涡轮发动机润滑剂中固体粒子的污染(重力分析法)

FED-STD-791 方法3410 航空涡轮发动机燃油的高温沉积和燃油降解性能

FED-STD-791 方法3411 航空涡轮发动机润滑剂的热稳定性和耐腐蚀性能

FED-STD-791 方法3604 使用航空涡轮发动机润滑剂合成橡胶的膨胀性

FED-STD-791 方法5308 轻质油的耐腐蚀性能和氧化安定性(金属方块)

FED-STD-791 方法6508 润滑油的承载能力(莱德齿轮机)

SAE AIR 4978 飞行器推进系统的载荷负重的临时评估办法

SAE ARP 5088 用自动电位滴定法来测定多羟基酯和二酯燃气涡轮发动机润滑油的总酸度

SAE ARP 5996 使用热液模拟程序(Hlps)单相流动技术评估航空润滑油结焦倾向

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标准型 standard performance capability class

SPC

满足通用使用要求的润滑油类型。

3.2

高温稳定型 high performance capability class

HPC

满足包括发动机的操作条件和（或）使用寿命要求，适应更高温度的润滑油类型。

3.3

批次 batch

经过最终分析和测试的一组基础油、添加剂或成品润滑油。

4 成分

涡轮增压发动机润滑油应以多元醇酯类化合物为基础油，不应使用含有钡和钛类有机化合物。如果使用三甲酚磷酸酯（TCP）类添加剂，其中邻位异构体的质量分数应不超过 0.2%。

涡轮增压发动机润滑油的所有化学成分应符合生产和销售国家的法律、法规、环保和毒理的要求，应有材料安全数据清单（MSDS）或者相关的其他文件来涵盖这些要求。

5 技术要求

涡轮增压发动机润滑油的物理性能、化学性能、稳定性能、沉积性能、摩擦性能应分别满足表 1～表 5 的要求，而附录 A 中所列项目可作为报告项目一并完成。

表1 物理性能

性能		指标（SPC 和 HPC）	测试方法
黏度，mm ² /s	100 ℃，	4.9~5.4	ASTM D 445
	40 ℃，	不小于 23.0	
	-40 ℃，	不大于 13 000	
黏度稳定性（-40 ℃，72 h），黏度变化率%		-6~+6	ASTM D 2532
倾点，℃，		不高于 -54	ASTM D 97
闪点，℃，		不低于 246	ASTM D 92
蒸发损失（204 ℃，6.5 h），wt%，		不大于 10	ASTM D 972
泡沫特性（起泡体积/静置 1 min 后泡沫体积），ml	程序 I，	不大于 25/0	ASTM D 892
	程序 II，	不大于 25/0	
	程序 III，	不大于 25/0	
剪切稳定性（40 ℃），黏度变化率%，		-4~+4	ASTM D 2603 ^a
^a ASTM D 2603 调整校准仪器方法如下：用 30 ml ASTM 标样 A 在剪切 5 min 之后，控制黏度损失在 11.5% ±0.5%，在同样条件下，对 30 ml 涡轮增压发动机润滑油样品剪切 30 min。			

表2 化学性能

性能			指标		测试方法
			SPC	HPC	
总酸值 (TAN), mg KOH/g, 不大于			1.0	1.0	SAE ARP 5088
沉积物	沉积物, mg/L, 不大于	10	10	FED-STD-791 方法 3010	
	灰分, mg/L, 不大于	1 ^a	1		
	非溶解水	无	无		
润滑油相容性	沉积物, mg/L, 不大于 外观	10 无混浊	10 无混浊	Def Stan 05-50 第 61 部分 方法 24	
弹性体相容性, AMS3217/4 (204 °C, 72 h), 膨胀率%,			5~25	5~25	FED-STD-791 方法 3604
弹性体相容性 (24 h/120 h), 重量改变 wt. %	碳氟化合物 (200 °C), 不大于	10/15	11/15	Def Stan 05-50 第 61 部分 方法 22	
	LCS 碳氟化合物 (200 °C), 不大于	10/20	12/20		
	腈类化合物 (130 °C)	报告	报告		
	硅树脂 (175 °C)	报告	报告		
	全氟弹性体 (200 °C)	—	报告		
微量元素, mg	Al, 不大于	2	2	ICP 或其他等效方法	
	Fe, 不大于	2	2		
	Cr, 不大于	2	2		
	Ag, 不大于	1	1		
	Cu, 不大于	1	1		
	Sn, 不大于	4	4		
	Mg, 不大于	2	2		
	Ni, 不大于	2	2		
	Ti, 不大于	2	2		
	Si, 不大于	10	10		
	Pb, 不大于	2	2		
	Mo, 不大于	3	3		
Zn, 不大于	2	2			

^a 如果总的沉积物没有超过 1 mg/L, 那么灰分含量不作要求。

表3 稳定性能

性能			指标		测试方法
			SPC	HPC	
氧化腐蚀安定性 (175 °C, 72 h)	黏度变化率, %		-5~+15	0~10	FED-STD-791 方法 5308 ^a
	总酸值变化, mg KOH/g,	不大于	2.0	1.0	
	沉积物, mg/100 ml,	不大于	50	25	
	金属质量变化, mg/cm ² ,				
	钢,	不大于	±0.2	±0.2	
	银,	不大于	±0.2	±0.2	
	铝,	不大于	±0.2	±0.2	
氧化腐蚀安定性 (204 °C, 72 h)	黏度变化率, %		-5~+25	0~22.5	FED-STD-791 方法 5308 ^a
	总酸值变化, mg KOH/g,	不大于	3.0	2.0	
	沉积物, mg/100 ml,	不大于	50	25	
	金属质量变化, mg/cm ² ,				
	钢,	不大于	±0.2	±0.2	
	银,	不大于	±0.2	±0.2	
	铝,	不大于	±0.2	±0.2	
氧化腐蚀安定性 (218 °C, 72 h)	黏度变化率, %		报告	报告	FED-STD-791 方法 5308 ^a
	总酸值变化, mg KOH/g,		报告	报告	
	沉积物, mg/100 ml,	不大于	50	25	
	金属质量变化, mg/cm ² ,				
	钢,	不大于	±0.2	±0.2	
	银,	不大于	±0.2	±0.2	
热腐蚀安定性 (274 °C, 96 h)	黏度变化率, %		±5.0	±5.0	FED-STD-791 方法 3411
	总酸值变化, mg KOH/g,	不大于	6.0	6.0	
	金属质量变化, mg/cm ² ,	不大于	±4.0	±4.0	
氧化安定性:					
温度参数 (192 h)	E 温度, °C,	不低于	185	190	Def Stan 05-50 第 61 部分 方法 9
	A 温度, °C,	不低于	190	190	
	V 温度, °C,	不低于	185	190	
	B 温度, °C,		报告	不低于 205	
	Z 温度, °C		报告	不低于 210	

有效寿命 (200 °C)	蒸发损失, h,	不小于	90	—	
	酸值增加, h,	不小于	100	—	
	黏度增加, h,	不小于	60	—	
	不溶物增加, h,	不小于	225	—	

表 3 (续)

指标			指标		测试方法
			SPC	SPC	
氧化安定性:					
有效寿命 (250 °C)	蒸发损失, h,	不小于	3	4.9	Def Stan 05-50 第 61 部分 方法 9
	酸值增加, h,	不小于	0.5	1.4	
	黏度增加, h,	不小于	1.0	1.9	
	不溶物增加, h,	不小于	20	22	
* FED-STD-791 方法 5308 的程序应按附录 B 作更改。					

表 4 沉积性能

性能			指标		测试方法
			SPC	HPC	
ERDCO 轴 承试验	减点数,	不大于	80	40	FED-STD-791 方法 3410 试验周期: SPC 油 100 h, HPC 油 200 h
	沉积物/g,	不大于	3.0	1.5	
	油耗/ml,	不大于	2 000	4 000	
	40°C, 黏度变化率, %		-5~+30	0~35	
HLPS 动态 结焦	总酸值增加, mg KOH/g,	不大于	2	2	SAE ARP 5996
	沉积物 (375°C, 20h), mg,		报告	不大于 0.4	
	沉积物 (375°C, 40h), mg,	不大于	—	0.6	

表 5 摩擦性能

性能	指标 (SPC 和 HPC)	测试方法
承载能力	对于每一级别油品的六个测试样的平均值应不少于标准油测定值的 102%, 6 个测试样应在同一台机器上测试, 标准油的平均评级应给予报告。	FED-STD-791 方法 6508
承载能力, 负荷级, 不小于	15	SAE AIR 4978 附录 E, WAM

6 质量检验

每批次涡轮发动机润滑油应按表6所列的项目进行质量检验。

表6 质量检验技术参数

性能		指标 (SPC 和 HPC)		测试方法
黏度, mm ² /s	40 °C, 不大于	13 000		ASTM D 445
	40 °C, 不小于	23.0		
倾点, °C,		-54		ASTM D 97
闪点, °C,		246		ASTM D 92
总酸值 T.A.N, mg KOH/g,		1.0		SAE ARP 5088
泡沫特性 (起泡体积/静置 1min 后泡沫体积), ml,	程序 I, 不大于	25/0 ^a		ASTM D 892
	程序 II, 不大于	25/0		
	程序 III, 不大于	25/0		
热腐蚀安定性 (274 °C, 96 h)	黏度变化率, %	±5.0		FED-STD-791 方法 3411
	总酸值变化, mgKOH/g, 不大于	6.0		
	金属质量变化, mg/cm ² , 不大于	±4.0		
沉积物, mg/L,		10		FED-STD-791 方法 3010
氧化腐蚀安定性 (204 °C, 72 h)		见表 3		FED-STD-791 方法 5308 按附录 B 作更改
微量元素		见表 2		
HLPS 动态结焦 (375 °C, 20 h), mg,	不大于	SPC	HPC	SAE ARP 5996
		报告	0.6	
^a 体积是在通风条件下和放置 1 min 之后进行测试。				

附 录 A
(资料性附录)
报告项目

按表 A.1 所列项目进行测试, 最主要的有两个目的: 给发动机原始设备制造商提供具有重要意义性能指标; 将可靠的数据累积下来, 以便能够在将来给技术规范限制提供合理的建议。当数据累积到一定程度时, 可给表 A.1 中没有参数限制的测试项加上参数限制, 从而使报告项目成为本标准主体部分。例如, 在 FED-STD-791 方法 5308 中要求酸度值变化时, 通过这种方式加上了金属质量变化的限制。

表A.1 仅需报告的测试指标

性能		指标		测试方法
		SPC	HPC	
酸组成, mol%				FED-STD-791 方法 3500 ^a
黏度 (200 °C), mm ² /s				ASTM D 341
黏度指数				ASTM D 2270 ^b
压力-黏度系数				Wedeven 方法
密度 (15 °C), kg/m ³				ASTM D 4052
比热, J/kg°C °				ASTM D 2766 或 E 1269
热传导率				Holometrix ^d
电导率				ASTM D 2624
弹性体相容性: 氟碳化合物 (1 800 h)	100 °C, 膨胀率%, 不大于	20	20	Snecma 方法
	120 °C, 膨胀率% 不大于	20	20	
	140 °C	无收缩 ^e	无收缩 ^e	
	160 °C	无收缩 ^e	无收缩 ^e	
水解稳定性 (90 °C)				Def Stan 05-50 第 61 部分方法 6
气相结焦 (371 °C): 沉积物, mg, 不大于		200		ARP5921(草案) ^f
高温沉积: 沉积物, mg, 不大于		1.0		Alcor HTDT
苛刻磨损 球荷 (1.5 mm WSD/kg), 不小于		38	38	SAE AIR 4978 附录 B, ALTE 苛刻磨损程序
中度磨损 WSD (20 kg 球荷), mm, 不大于		1.30	1.30	SAE AIR 4978 附录 B, ALTE 中度磨损程序

表 A.1 (续)

性能	指标		测试方法
	SPC	SPC	
热老化性能 (550 h): ^a			
抗氧化含量, %			
150 °C	报告	不小于 50	
180 °C	报告	不小于 15	
密度变化, %			
150 °C	报告	不大于 0.5	
180 °C	报告	不大于 1.0	
黏度 (40 °C) 变化率, %	不大于		
150 °C	10	5	
180 °C	25	15	
黏度 (40 °C) 变化率, %	不大于		Turbomeca 方法
150 °C	8	4	
180 °C	15	10	
酸值变化, mgKOH/g	不大于		
150 °C	8	2	
180 °C	15	5	
闪点变化, °C	不高于		
150 °C	70	25	
180 °C	85	50	
沉积物, mg/100 ml			
150 °C	报告	2	
180 °C	报告	4	
热老化性能 (225 °C, 72 h)			
酸值变化, mgKOH/g	不大于	—	20
闪点变化, °C	不大于	—	100
颗粒物 (125 lb, 329.5 °C (625 °F), 18 h), mg,	不大于	120	120
			压力弹测试方法
<p>^a FED-STD-791 方法 3500 应作为首选方法, 可采用其他替代方法。</p> <p>^b ASTM D 2270 用于测定常温到 175 °C 范围内的斜率。</p> <p>^c 应在 15 °C, 40 °C, 100 °C, 150 °C 和 200 °C 下测试比热, 并报告所使用的方法及结果。</p> <p>^d 如果报告了该方法, 该方法也可以作为替代方法使用。</p> <p>^e 测试的过程中定期记录膨胀率, 无收缩证明了膨胀率没有减少。</p> <p>^f 新的测试设备正在提交认可, 设定指标范围前应进行比对。</p> <p>^g 在 150 h、330 h 和 750 h 后宜测定和报告每一个降解参数。</p>			

附 录 B
(规范性附录)
腐蚀和氧化安定性

B.1 应按FED-STD-791 方法 5308 进行腐蚀和氧化安定性测试，并作以下调整：

- a) 分别在 175 °C±2.5 °C、204 °C±2.5 °C和 218 °C±2.5 °C的温度下，进行三个试验，试验时间 72 h；
- b) 液态介质或者呈流态化的沙浴加热仪器可替代铝块加热器；
- c) 应用镀镉钢片代替电解级银质试片。在 218 °C下测试时，应用符合 AMS-T-9046, 1 型, C 成分的钛替代铜和镁。在所有测试条件下，应用不锈钢丝或镍铬丝固定金属试片，两个钛合金试片的质量损失的平均值作为钛合金质量损失，冷凝水的温度应维持在 18 °C±2.5 °C；
- d) 应按 SAE ARP 5088 测试总酸值。

B.2 应按以下测试方法测定实验后油中杂质含量：

- a) 将试管中油样轻轻倒入已称重的孔径为 10 μm 聚四氟乙烯过滤器，过滤油样并测量滤液的体积；
 - b) 测试滤液的黏度和酸值，不应把石油醚清洗物加入其中；
 - c) 用橡胶材质的清洁工具清除测试设备的沉积物，并用石油醚清洗设备和过滤后的沉积物，并将沉积物烘干，称重并计算每 100 ml 油样中沉积物的含量；
 - d) 用沸程在 30 °C~60 °C石油醚或用正庚烷代替 1, 1, 1-三氯乙烷 (O-T-620)。
-