

# 推广使用中的航空电机轴承 润滑脂—7007脂

王文芳执笔

## 一、前言

一架先进飞机大约有200台以上的直流电机用来驱动各种功能的机械,如着陆襟翼机械、起落架收放机械、瞄准器机械等,其功率由零点几瓦直至几千瓦。飞机所以能灵活机动地做各种动作,完成特定的作战任务,与机体中装备的这些电机技术性能有密切关系。而电机中的轴承80%以上系使用润滑脂润滑。因此润滑脂性能优劣将直接影响飞机的各种性能。

现代航空技术的迅速发展,要求航空电机性能不断提高,相继出现了许多性能好的新型合成润滑脂。这就导致品种大量增加,给使用带来很大不便。目前,国内外均趋向于寻找能满足各种要求的一脂多用的多效能润滑脂,以

便简化品种。

近十余年来,国内已研制出一些新型合成润滑脂。但据调查,部内多数工厂仍使用品种陈旧、质量较低的仿苏五十年代产品,只有少数工厂采用了新研制的品种。为了提高航空产品质量,简化品种,我们对航空电机轴承润滑脂进行了性能研究和有关使用情况调查,认为7007润滑脂的全面性能较好,应推广扩大应用<sup>[1]</sup>。本文着重介绍7007脂的性能长期封存试验,以及有关工厂使用和代用情况。为便于比较,文中还列出了201、特-7两种润滑脂的试验结果。

## 二、7007润滑脂的性能

### 1. 理化性能

为全面评价7007脂的性能,首先对其理化性能进行了试验室评定,结果见表1。

表1 7007脂理化性能

项 目	7007 (78021批)	201 (7808批)	特-7 (78012批)
微针入度, 1/10mm	62	75	61
剪断试验, 60次	252	316	244
10万次	363	385 (5万次)	310
滴点, °C	182	196	200
分油, %, 压力法, 1kg	24.3	29.8	6.35
钢网法, 100°C, 30h	3.12	7.74	8.72
蒸发度, %, 120°C, 1h	0.6	12.36	1.34
氧化100°C, 压力降kg/cm <sup>2</sup>	0.05	0.45	1.4
500h, 酸值变化 KOHmg/g	0.82	5.80	20.02
铜腐蚀, 100°C, 3h	合格	合格	合格
抗水, %	2.28	20.0	4.67
杂质, 个/cm <sup>3</sup> , 0.025~0.075mm	360	200	0
0.075~0.125mm	0	0	0
>0.125mm	0	0	0

由表1结果可以看出7007润滑脂蒸发度小, 抗氧化安定性和抗水性好。

## 2. 使用性能

除了上述理化性能评价外, 还模拟实际使用条件进行了使用性能评价。

### (1) 薄层氧化试验 薄层氧化试验 通常

表 2 薄层氧化试验结果

润滑脂	酸值变化, KOHmg/g			工作针入度			润滑脂外观变化
	氧化前	氧化后	增 量	氧化前	氧化后	增 量	
7007	0.01碱	0.72	0.71	62	71	9	由浅驼色变成深褐色, 油性光泽
特-7	0.01碱	2.04	2.03	62	流体	—	由米黄色变成深棕色, 脂融, 分油
201	0.03碱	3.39	3.36	76	44	32	白色变成深酱色, 脂呈胶质状

外, 酸值、稠度均变化很小, 润滑脂仍具有油性光泽, 可以继续使用。而201、特-7润滑脂在此条件下则迅速氧化, 酸值、稠度变化较大, 润滑脂已经不能使用。

(2) 高空蒸发性能 为了模拟高空条件下润滑脂的蒸发损失, 进行了高空蒸发试验, 结果见图1、2。

试验表明7007润滑脂具有低的高空蒸发损失, 并且随时间、高度变化不大。

(3) 低温性能 航空电机轴承多属微型高速轴承, 要求润滑脂具有良好的低温启动性能。表3为三种脂低温相似粘度和轴承启动力矩。

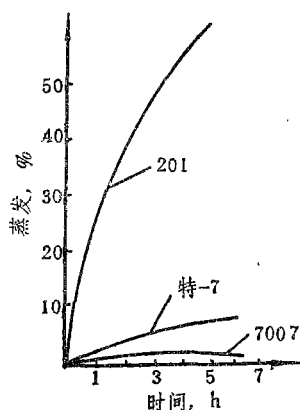


图 1 润滑脂高空蒸发损失—时间关系曲线

可以作为高温下润滑脂寿命的快速筛选手段<sup>[2]</sup>, 方法是将润滑脂涂在紫铜片上(50×50×3mm), 制成厚2mm的均匀脂层, 然后放在120℃烘箱内烘烤56h, 检查润滑脂的外观、酸值、工作针入度变化, 结果见表2。

试验表明, 7007脂氧化后除颜色有些变深

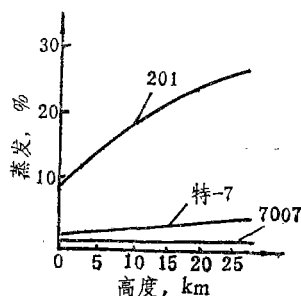


图 2 润滑脂高空蒸发损失—高度关系曲线

表 3 低温性能

项 目	7007	特-7	201
-50℃相似粘度 $D=10S^{-1}(P)$	7400	10000	5000
-60℃启动力矩, g-cm	150	215	120

可以看出, 7007脂的低温性能略次于201脂, 优于特-7脂。

(4) 润滑性能 用四球试验机在常温下进行不同负荷的磨损试验, 结果见表4。

(5) 机械安定性 用歇尔滚筒试验机评价7007等脂贮存前后的机械安定性, 在室温下测定剪断前后的微针入度, 结果见图3。

可以看出, 7007脂具有良好的机械安定性, 罐装贮存10年后微针入度值仍小于201、特-7脂。

表 4 四球磨损直径

润 滑 脂	磨损直径, mm		
	$d_1^{30}$	$d_1^{40}$	$d_1^{50}$
7007	0.34	0.39	0.55
特-7	0.39	0.77	1.59
201	0.40	0.51	1.74

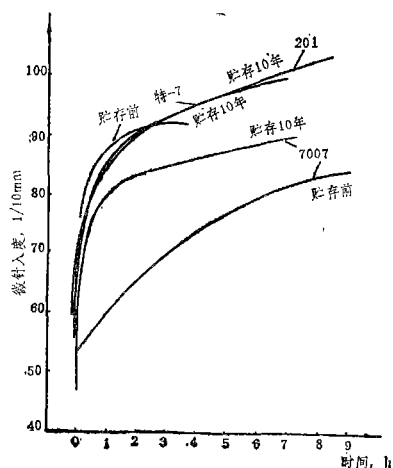


图 3 机械安定性(歌尔滚筒试验)

(6) 防锈性能 防止润滑表面产生锈蚀可以延长电机轴承使用寿命。利用湿热试验箱和盐雾试验箱对 7007 等脂进行了防锈性能评定, 见表 5。

表 5 防锈试验结果

项 目		7007	特-7	201
		天×级		
湿热试验 49°C	45#钢	14×0	1×3	14×0
	黄铜	7×2	7×1	7×1
盐雾试验 40°C	45#钢	100 h 3	100 h 0	100 h 1

试验表明, 7007 脂在湿热条件下对钢有良好的防锈性能, 对黄铜有腐蚀。盐雾试验表明 7007 脂不适宜在盐雾环境下使用。

### 三、长期封存试验

在轴承或产品库存期间, 经常发现润滑脂

变干、龟裂、分油及腐蚀等现象, 因此, 贮存稳定性是轴承润滑脂重要指标之一。

#### 1. 实验室快速封存试验

(1) 干燥空气封存 在 50×50×3mm 的铜片上涂 1mm 厚脂层, 平放于干燥器内, 再将干燥器放于烘箱中, 在 100°C 下经一定时间后测定酸值, 观察外观变化, 结果见表 6。

表 6 快速干燥空气封存试验结果

项 目	7007		特-7		201	
氧化时间, h	204	13	16	50	62	
酸值, KOH mg/g	0.5	弱碱	0.1	中性	0.5	
外 观	脂呈咖啡色, 铜片有氧化膜		—	脂色略深, 铜片有氧化膜	—	脂呈褐色, 铜片有氧化膜

7007 脂在干燥空气中氧化稳定性是 201 脂的 3.3 倍, 是特-7 脂的 10 倍左右。

(2) 快速变干试验 在 60°C 下于 6mm 内径的轴承上装 0.3g 脂, 20mm 内径的轴承上装 3g 脂, 经 33 昼夜后观察失重和外观变化, 结果见表 7。可以看出, 7007 脂基本无变化, 201 脂失重较大, 而且有裂纹。

#### 2. 轴承充氮封存五年试验

将装有润滑脂的轴承装入罐头盒内, 充以纯度为 97% 以上的氮气, 然后放在株州 69 库封存 5 年, 结果见表 8。可以看出, 7007 脂涂在轴承上经 5 年充氮封存后, 酸值、外观和失重均无明显变化, 但低温启动力矩增加幅度较大, 说明该脂在 -60°C 低温下使用时要引起注意。

#### 3. 罐装贮存试验

将 7007 脂按原包装分别存放在武汉、北京油库中, 经 10 年贮存后进行测试, 结果见表 9 和表 10。试验表明, 在自然气候条件下, 7007 脂罐装封存 10 年后, 除微针入度偏低外, 各项指标均符合规格要求, 尤其是轴承漏失量变化很小。微针入度偏低与该脂原来稠度较大有关。

#### 4. 产品封存试验

将 7007 脂填充于 F6027 轴承中, 装在 SBL-

表 7 润滑脂在轴承上快速变干试验

润 滑 脂	轴承型号	润 滑 脂 失 重, %				外观变化
		9 昼 夜	15 昼 夜	24 昼 夜	33 昼 夜	
7007	35—26	—	—	—	0.1	脂状良好
	204				1.0	
特-7	35—26	1.0	1.4	1.7	2.5	脂状良好
	204	—	—	—	1.0	
201	35—26	12.0	17.0	22.0	27.4	脂有裂纹
	204	5.5	7.4	9.7	12.2	

表 8 润 滑 脂 在 轴 承 上 充 氮 封 存 五 年 后 性 能

润 滑 脂	23 仪 表 轴 承				204 轴 承			
	润 滑 脂 失 量 %	外 观 检 察	摩 擦 力 矩 $-50^{\circ}\text{C}$		酸 值	外 观	启 动 力 矩 $-60^{\circ}\text{C}$	
			封 存 前 g-cm	封 存 后 g-cm			封 存 前 g-cm	封 存 后 g-cm
7007	0	均外观良好 轴承无锈	1.6~2.9	>3.2	无	均外观良 好, 轴承 无锈	675	1740
特-7	0		>3.3	3.3	无		675	870
201	20		>3.7	>6.0	0.05 游离碱		2850	3750

表 9 7007脂罐装贮存十年后性能

项 目	贮存点	质量指标	出厂数据	10年后数据	试 验 方 法
外 观	武 北 汉 京	浅褐色均匀 光滑软膏	浅褐色均匀 光滑软膏	无 变 化	目 测
滴 点, $^{\circ}\text{C}$	武 北 汉 京	160	190	182 182	GB270-64
针入度, $25^{\circ}\text{C}$ 9.38g, 1/10mm	武 北 汉 京	62~76	65	59 57	GB2701-62
析油量(压力法) 1000g, %	武 北 汉 京	≧28	23.1	21.0 16.5	SYB2716-60S
腐蚀(电解铜片) 100 $^{\circ}\text{C}$ , 3h	武 北 汉 京	合 格	合 格	合 格	SYB2710-56
相似粘度 $-50^{\circ}\text{C}$ $D=10\text{S}^{-1}(\text{P})$	武 北 汉 京	≧11000	—	9176 8862	SYB2707-66

表 10 罐装贮存前后轴承漏失量

润 滑 脂	轴 承 漏 失 量, %			
	贮存前	2 年后	7 年后	10年后
7007	3.1	—	6.4	6.4
特-7	11.5	—	23.3	42.4
201	19.3	24.7	—	26.3

××型三相变流机上, 封存10年后进行产品性能和寿命试验。结果表明, 7007脂在变流机上封存10年后, 仍能满足使用要求, 通过了产品性能和寿命试验。

#### 四、使用和代用情况

六十年代中期, 我国生产的航空电机轴承

普遍采用仿苏四十年代的201、特-7、特-75、特-8及苏产OKB型润滑脂润滑,品种繁多且质量低劣,经常出现各种问题影响产品出厂。

例如一一五厂1963年前后生产的航空电机,有20多种产品使用201脂,近30种产品使用特-7、特-75、特-8和OKB型润滑脂。在使用中,这些脂经常出现甩油、变干等问题,致使产品的使用寿命降低。如某产品出厂保证使用寿命为750h,但所用的201脂在定期试验中产生甩油现象,不能保证使用安全,因此不得不把使用寿命降为200h,到期后拆开产品进行清洗换油。这样不但减少了产品的使用寿命,而且增加了维修工作量。改用7007脂后,较好的解决了此问题,使该产品的使用寿命又达到750h。该厂为了进一步推广使用7007润滑脂,曾在其它四种不同功率的电机产品上进行典型试验,均通过了各项试验和寿命试验。由于7007脂性能良好,很快在一一五厂得以推广应用,全部代替了201、特-7、特-75、OKB-122-7等十五种润滑脂,使原来所用的20多种润滑脂简化成5种,提高了产品质量,方便生产线管理。

又如另一工厂,1965年前后生产的航空电机大部分使用201和特-7及OKB型润滑脂,经常出现分油、甩脂等问题,严重影响产品出厂率。使用7007脂代替后,产品出厂率大大提高。

## 五、结 论

1. 7007润滑脂系由脂肪酸锂皂稠化酯类油制成的合成润滑脂,实验室性能试验表明,该脂具有优良的热稳定性、氧化安定性、机械安定性和润滑性能。在产品上封存10年后,还能保证一个使用寿命期,是目前-55~+120℃温度范围电机轴承使用较好的一种润滑脂。

2. 经过两个典型航空电机厂多年使用 and 在不同电机产品上的代用情况表明,使用7007脂能避免分油、甩脂、变干等现象,可以提高产品质量。因此,可以用7007润滑脂代替201、特-7、特-75、特-8及OKB型润滑脂,推广应用。

3. 7007脂由于稠度较大,低温性能稍次

于201脂,因此,不适于低温性能要求较严格的微型航空电机轴承使用。另外,由于该脂采用双酯作基础油,选用时需注意与橡胶件和涂层的配伍性。

## 主要参考资料

- [1] 航空部六二一所,航空电机轴承润滑脂性能研究,1980。
- [2] NLGI, Spokesman, 1979.2.
- [3] 航空部六二一所,航空电机轴承润滑脂的品种简化与系列化,1981。
- [4] 一坪化工厂,7007等通用航空润滑脂的研制总结报告,1979。
- [5] 航空部301所,航空辅机产品封存会议资料汇编,1977.9。
- [6] 石油研究院,航空润滑油脂贮存性能研究总结报告,1976。
- [7] 一一五厂,7007号通用航空润滑脂等的使用报告,1979。

✕                  ✕                  ✕                  ✕

(上接第28页)

(2) 百叶箱内漏光和散射光比室内强烈,特别是紫外线的照射和散射,会诱导和加速乳胶制品的氧化速度。

(3) 百叶箱中空气流通,增加氧或臭氧扩散速度,亦加速乳胶老化。

## 四、结 论

1. 乳胶密闭帽的耐老化性能与贮存条件有很大关系,在室外较恶劣条件下,密闭帽老化较快,而在室内贮存,老化缓慢,为了延长乳胶制品保管期和使用期,必须十分注意改善保管条件。

2. 目前我厂密闭帽是以纸盒包装贮存在仓库中,仓库温度为10~25℃,相对湿度小于70%,同时由于纸盒包装避免光线的照射和减少空气的流通,故在此保管条件下,密闭帽老化是缓慢的,超过一年保管期的密闭帽可酌情延长保管期。

3. 对超期的密闭帽可作70℃加速老化试验,最长达9天,从抗拉强度、伸长率、永久变形和外观的变化趋势来看,乳胶密闭帽保管期可延长至三年左右。