

KK-3 号高低温航空润滑脂及其应用

曹 新 荷

飞机在空中作各种姿态飞行时,能灵活、平稳地操纵,达到充分发挥其特定的技术效能,与机体中装备的特设系统,如各动力系统的电机,指示航行状态的各种仪表,各传动系统的电动机构及各种电子仪器中的仪表、微电机、电器等,即航空工业中统称为“机载产品”的技术性能有着密切关系。这些系统中部件的润滑部位所选用润滑脂性能的优劣,直接影响着飞机的安全可靠,也是能否充分发挥技术效能的关键,因此润滑脂是机载产品的一项重要材料。

随着我国航空工业的发展,机载产品的技术性能也随之不断提高,相应地也对润滑脂提出了更高的要求。过去我国在航空机载产品上所用的润滑脂品种很多,如2*低温脂、特7号脂、7007号脂、特221号脂及较低温度下使用的7012号脂等。在实际使用中,这些脂都不同程度地存在某些缺陷,如2*脂和特7号脂的抗氧化安定性和机械安定性,7007号脂的低温性,特221号脂和7012号脂的贮存稳定性等,都已不能满足机载产品发展的需要。

为了简化品种,便于管理,提高经济效益,需要寻找一种通用多效、使用温度范围较宽、

性能良好并能长寿命工作和长期贮存的优质润滑脂。

由中国科学院兰州化学物理研究所于1965年研制生产的KK-3号高低温航空润滑脂,已在一些航空工厂使用达17年。长期使用考察表明,该脂具有良好的高低温使用特性、机械安定性、胶体安定性、抗氧化安定性和贮存稳定性,在产品中经长期封存及使用后仍保持良好的工作状态。该脂在具有不同性能要求的机载产品的轴承、齿轮等摩擦部件上综合使用性能良好,可以代替多种润滑脂。曾在有代表性的机载产品上多批次装机使用,从未发现因润滑脂的质量问题而造成退厂返修,因此是一种值得推广使用的优质润滑脂。

该脂的主要特性介绍如下。

一、KK-3号润滑脂的主要特性

1. 温度特性

KK-3号脂系由低分子癸酸、辛酸的锂皂稠化甲基苯基硅油并加有抗氧化添加剂组成的润滑脂。由于选用的甲基苯基硅油具有优良的高



参 考 文 献

- [1] Duhl, D. N. and Sullivan, C. P., J. Metals, 23, 1971, 38.
- [2] Doherty, J. E., Kear, B. H. and Giamei, A. F., J. Metals, 23, 1971, 59.
- [3] Kotval, P. S., Venables, J. P. and Calder, R. W., Met. Trans. 3, 1972, 453.
- [4] Dahl, D. N., Danes, W. F., Met. Tran., 4, 1973, 1087.

- [5] Dahl, D. N., Enckson, J. S., Sullivan, C. P., Metal Progress, 103, 1973, 38.
- [6] Yamazaki, M., Preprint of 3rd Symp. on Creep of Metals and Alloys, Japan Inst. Met. 1971, 2.
- [7] 林栋梁, 姚德良, 孙传棋, 金属学报, 2, 1982, 105~114.
- [8] Jackson, J. J., Donachie, M. J., and Gell, Met. Trans., 8A, 1977, 10.
- [9] Масленков, С. Б., Металловедение и Термическая Обработка Металлов, 4, 1980, 45.

温热稳定性及极低的低温流动性，低分子脂肪酸锂皂具有较高的热稳定性，使该脂只有一个相转变点，吸热峰值为 240℃，与一般惯用的十六或十八碳酸的脂肪酸锂皂相比，相转变点少，因而它可以在较宽的温度范围内长期使用。

(1) 热安定性试验

1) 高温烘烤试验 将脂在 50×50×3 毫米的紫铜片上涂约 1 毫米厚，放在烘箱中于 200℃ 经 200 小时，取出检查，脂层不开裂（见图 1 A），附着力良好，脂的外观无明显变化。

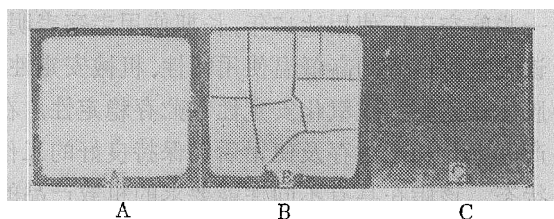


图 1 KK-3号脂 (A) 与G262号脂 (B) 和7015号脂 (C) 对比试验结果

又取约 0.1~0.2 克脂涂于玻璃片上（脂层厚约 1 毫米），放入烘箱内加热烘烤，结果见表 1。

表 1

脂 的 牌 号	烘 烤 温 度 ℃	烘 烤 时 间 小时	蒸 发 量 %
2* 脂	120	3.5	88.3
7007	120	3.5	11.1
特221	150	24	2.55
KK-3	150	24	3.33
	180	200	18.85

表 1 数据说明，在每种脂的最高使用温度下，KK-3 号脂经 200 小时蒸发量仅为 18.85%，2* 低温脂最差，在 3.5 小时内竟达 88.3%。

2) 高温高空烘烤试验 取 0.3 克左右脂涂约 0.1 毫米厚的薄层，在相当于 25 公里高空和 150℃、180℃ 下加热试验约 70 小时后，未发

现开裂及变稀，仅仅颜色开始向棕色转变；又将同样方法制备的试片在相当于 32 公里高空和 150℃ 下保持 330 小时，亦未发现开裂或变稀，重量损失仅约 12%。

又取约 0.1~0.2 克脂涂于玻璃片上（脂层厚约 1 毫米），在相当于 40 公里高空和 150℃ 下经约 3 小时，KK-3 号脂的挥发量仅为 10.2%，外观变化甚微，均优于同时作比较试验的其他几种常用润滑脂（7007、特 7、7014 及 7015 号脂）。

(2) 温-稠特性

机载产品要求在给定的条件下起动灵活，在正常工作时工作电流、转动速度等参数变化幅度小，转动灵活平稳，功率消耗低。润滑脂温-稠特性是保证满足上述要求的主要条件之一，即在产品的摩擦部位润滑脂不因温度的变化而使稠度有较大的改变。表 2 是 KK-3 号脂与 2* 脂的温-稠特性的比较（以微针入度值计）。

表 2

润 滑 脂	25℃	60℃	100℃	150℃	180℃
牌 号	微 针 入 度 值				
2* 脂	65~72	71~80	80~89	92(流体)	—
KK-3	68~76	68~76	76~84	76~84	78~86

由表 2 可见，KK-3 号脂的稠度随温度变化小，具有良好的温-稠特性。

(3) 低温特性

机载产品要求润滑脂能在 -60⁺¹₋₅℃ 条件下正常工作。KK-3 号脂具有优良的低温使用特性，如易起动且起动电流小、稳定，基本不摆动，功率消耗低。在试验室可用相似粘度来评定脂的低温特性。几种脂的相似粘度比较见表 3。

KK-3 号脂在 -50℃ 相似粘度波动范围在

表 3

脂 的 牌 号	2* 脂	特 7	7007	7008	7011	7012	G262	KK-3
相 似 粘 度, -50℃, D=10秒 ⁻¹	9550	7820	6500	7640	6470	4390	1300	1900

1900~2600泊之间, 在-70℃仍在4000泊以下, 甚至在-78℃仍不大于6000泊, 说明在-50~-70℃之间粘度变化范围小。这主要是占90%左右的具有良好低温流动性的甲基苯基硅油组分保证了脂的低温特性。

2. 机械安定性

KK-3号脂在机载产品上使用, 即使在高速下也不易随着产品温度升高或降低而出现甩脂、流失等现象, 能长时间正常工作。润滑脂的机械安定性是直接关系到产品寿命和安全可靠的一项重要特性。

在试验室用剪切试验和滚筒试验考察了KK-3号脂与常用的7007、特7、2*低温脂、7014、特221、G262等脂的机械安定性(以微针入度值计)。经剪切十万次和分别滚压2小时、4小时后, 用电子显微镜观察脂的皂纤维结构并与试验前的脂比较(参见图2), 只有7014和KK-3号脂基本未变, 其余的都可见皂纤维变短, 说明KK-3号脂具有良好的抗机械剪切作用。

3. 胶体安定性

皂基润滑脂是皂基稠化剂被分散在油中呈三维网状的胶体结构。当由于制造工艺等原因使润滑脂胶体不稳定造成基础油流失, 除导致脂在贮存过程中性能发生变化而不能满足使用要求外, 在产品使用中也极易发生渗油、甩油、甩脂等现象, 同时也容易变干、变硬, 达不到预期的使用寿命。但是, 为保证脂在摩擦部位有良好的润滑条件, 则要求润滑脂应具有一定的分油性。测定脂的分油量的方法较多, 这里仅用压力分油法对KK-3号脂和2*脂在不同温度下进行了比较试验, 结果见表4。

表 4

脂 的 牌 号	25℃	60℃	100℃	150℃	180℃
	压 力 分 油 量, %				
2* 脂	20.8	27.0	35.2	54.0	
KK-3	18.2	24.2	27.8	34.4	37.3

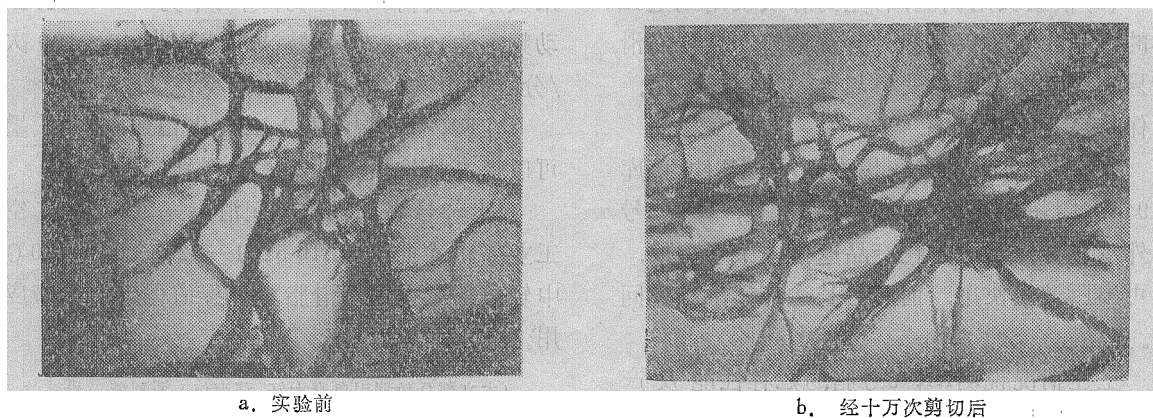


图2 KK-3号脂剪切实验前后皂纤维结构形貌

KK-3号脂随温度升高分油量增加的幅度较小, 具有较好的胶体安定性。

4. 锌镉镀层的气氛腐蚀试验

机载产品的零部件表面有锌镉镀层的较多, 非金属物质散发的气氛易引起镀层腐蚀, 造成严重后果。因此做了7015、特221、G626和KK-3号等润滑脂的气氛腐蚀试验, 结果表明KK-3、7015、G626号脂不引起腐蚀, 而特221号

脂有腐蚀作用。

5. 贮存稳定性

航空工业部曾组织有关厂、所对一些润滑脂进行了产品封存试验和使用调查。7007、特221号脂等虽能达到较长的封存和使用期, 但都不及KK-3号脂。

(1)1965年两批KK-3号脂经贮存17年, 其中一批开口在化学药品柜中存放, 至今外观无

变化, 经分析都仍为碱性, 用红外、差热分析曲线、电镜观察等方法检测也与新生产的脂的性能数据相同, 证明脂的组成、结构未发生变化(图3); 另一批在两台最大转速为14500转/分、输出力矩为125克-厘米的直流电机上做了使用寿命试验, 完全符合电机的全部性能要求, 与新生产的脂平行试验结果一致。

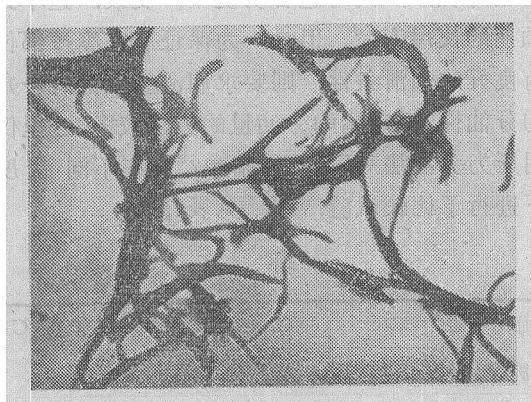


图3 经开口存放17年后脂的皂纤维结构形貌

(2)根据使用调查, 有些封存及使用期达12年的产品, 在随机返修时分解检查, 发现润滑脂只在工作面上部分变黑灰色, 其余无变化, 仍保持良好工作状态。

(3)有百余台产品在极为潮湿的条件下封存9年, 因超期返修, 启封分解检查, KK-3号脂外观良好。因此, 在产品返修中未予更换, 仍可出厂继续使用, 前后已长达15年未出现问题。

上述情况说明KK-3号脂的贮存性能及产品封存使用期是令人满意的。

二、在航空产品上的应用

KK-3号脂过去主要用于航空机载产品, 使用的产品技术规范介绍如下。

1. 在电机产品上 可在下列参数的电机产品上使用: 温度为 $-60\sim 185^{\circ}\text{C}$; 装机飞行高度达32公里; 转速为3000~15000转/分; 工作寿命为500小时; 起动力矩为32克-厘米~10公斤-厘米; 电功率为6~208瓦。

应用于低温性能要求较高的产品上, 更是其他脂所难以取代的。

2. 在电动机构产品上 应用于下列条件的产品, 并积累了较多的使用经验: 温度为 $-60\sim 215^{\circ}\text{C}$ (环境温度达 400°C); 装机飞行高度为25公里; 转速为2200~16000转/分; 工作寿命为3.5年内工作500飞行小时或500~1200个工作循环; 承受负荷为最大输出力矩40公斤-厘米及承受负荷53公斤力; 电功率为7~900瓦; 振动频率为10~200赫兹; 冲击速率为40~100次/分, 冲击次数为10000次。

在KK-3号脂内混入二硫化钼或胶体石墨可以提高其抗极压性, 并已得到实际应用。

KK-3号高低温航空润滑脂完全符合航空工业部正式批准的HB 5221-82《 $-60\sim 180^{\circ}\text{C}$ 中轻负荷航空用润滑脂》规范, 值得大力推广应用。

(本文部分数据引自秦大钰、藏海信、潘顺清、景秀兰、李生洲、初莲英等同志的报告, 在此谨致谢意。)

