

doi: 10.7690/bgzdh.2015.05.012

YH-15 航空液压油的黏温特性测试与分析

黄河¹, 毛阳², 孙永宾³, 裴鑫²

(1. 航空工业过滤产品质量监督检测中心, 河南 新乡 453019; 2. 总参陆航部军事代表局驻洛阳地区军事代表室, 河南 洛阳 471000; 3. 陆军航空兵学院航空机械工程系, 北京 101123)

摘要: 为避免出现液压油黏度过高所带来的一系列问题, 提出一种液压油的黏温特性测试方法。通过在常压下测试 YH-15 航空液压油在 -55~135 °C 温度范围内某些温度点的黏度, 分析了 YH-15 航空液压油的黏温变化趋势, 通过黏度与温度关系经验公式分段绘制了 YH-15 航空液压油的黏温特性曲线, 并分段计算出 YH-15 航空液压油的黏温特性曲线公式。计算结果表明: 随着温度的增加, YH-15 航空液压油的黏度值减小, 当温度高于 60 °C 时, 液压油的黏度随着温度升高减小趋势越来越平缓; 当温度降低至 -40 °C 时, 液压油的黏度随着温度降低急剧增加。

关键词: 黏度; 黏温变化; 黏温特性曲线

中图分类号: TP206 文献标志码: A

Test and Analysis of YH-15 Aviation Hydraulic Oil Viscosity-temperature Characteristics

Huang He¹, Mao Yang², Sun Yongbin³, Pei Xin²(1. Aviation Industry Filter Product Quality Supervision & Inspection Center, Xinxiang 453019, China;
2. Military Representative Office in Luoyang District, The General Staff Army Aviation Department, Luoyang 471000, China;
3. Department of Aviation Mechanical Engineering, Army Air Force Academy, Beijing 101123, China)

Abstract: In order to avoid the problems that caused by the high hydraulic oil viscosity, we put forward a test method of viscosity temperature characteristics of hydraulic oil. By testing the viscosity of YH-15 aviation hydraulic oil in the -55~135 °C temperature range of certain temperature under atmospheric pressure, we analyzed the viscosity temperature variation trend of YH-15 aviation hydraulic oil; Through the relationship between viscosity and temperature experience formula section, we draw a viscosity temperature characteristic curve of YH-15 aviation hydraulic oil, and calculated formula of viscosity temperature curve characteristics of YH-15 aviation hydraulic oil. The calculation results show that: with the increase of temperature, the YH-15 aviation hydraulic oil viscosity decreased; And when the temperature is higher than 60 °C, the decreasing trend will be more and more gentle with the increase of the temperature; when the temperature is decreased at the value of -40 °C, the hydraulic oil viscosity sharply increased with the decrease of temperature.

Keywords: viscosity; change of viscosity-temperature; viscosity-temperature curve

0 引言

随着航空航天技术的飞速发展, 液压系统由于具有反应灵敏、快捷, 操作灵活、容易实现自动化, 无间隙传动、动作传递平均稳定以及自动润滑等一系列优势, 应用越来越广泛。作为液压系统传动介质的液压油, 由于其起到实现能量的传递、转换和控制作用, 同时还起到对系统的润滑、防锈、防腐、密封、冷却、冲洗、分散等作用, 其性能随环境的变化受社会广泛的研究。

由于液压油的黏度直接影响了液压系统性能的平稳性, 液压油的黏度过高, 油泵吸油阻力增加, 流动过程能量损失增加, 容易产生空穴和气蚀作用, 造成油压不稳, 使油泵工作困难, 甚至受到损坏, 油泵的能量损失大, 管路中压力损失增大, 机械总效率降低; 阀和油缸的敏感性降低, 工作不灵活。液压油的黏度过低, 油泵内泄漏增多, 容积效率降低, 管路接头处、控制阀的内泄漏增多, 控制性能

下降; 润滑油膜变薄, 润滑性能降低, 造成磨损增加, 甚至发生烧结。由此可见, 对液压系统中所使用的液压油黏度变化的监控是了解液压系统工作状况的最好方式, 也是保证液压系统平稳工作的重要手段。基于此, 笔者通过测量常压下 YH-15 航空液压油在 -55~135 °C 内的某些温度点的黏度值, 简要分析液压油的黏温变化趋势, 并绘制黏温特性曲线。

1 YH-15 航空液压油黏温变化趋势分析

黏度反映液体内部分子之间的摩擦力。当温度升高时, 液体中分子运动加剧, 分子间距离增加, 分子间摩擦力减小, 随着温度增加, 液体的黏度减小, 但当温度增加到一定程度后, 由于液体中分子间吸引力增大, 分子间距离增大受到限制, 导致随着温度增加液体的黏度减小, 黏度减小的趋势也随之减小; 当温度降低时, 液体中分子运动减慢, 分子间排斥力增大, 导致液体内部分子间的摩擦力增

收稿日期: 2014-12-28; 修回日期: 2015-02-07

作者简介: 黄河(1986—), 男, 江西人, 本科, 助理工程师, 从事流体污染测试与控制技术及颗粒物计量技术的研究。

大, 液体黏度增加, 随着温度的降低, 液体间分子间距减小, 排斥力增加, 液体黏度随着增大^[1]。

黏度测试中最基本、最广泛的毛细管测试法, 测试油选取航空系统中主要使用的玉门炼油厂出产的某批次 YH-15 航空液压油进行黏度测试分析^[2]。黏度测试温度为在 -55~135 °C 范围内选取: -55, -40, -20, 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 135 °C 等温度点。黏度测试压力为常压。

1.1 黏度测试结果

根据国标 GB/T 265—1988 对某批次的 YH-15 航空液压油的黏度进行测试, 测试结果如表 1 所示。

表 1 YH-15 航空液压油的黏度测试结果

温度/°C	黏度值/(mm ² /s)
-55	1 620.993
-40	390.924
-20	111.064
0	42.734
20	22.482
40	13.928
60	9.683
80	7.088
100	5.579
120	4.460
135	4.027

1.2 黏温变化趋势

从表 1 中 YH-15 航空液压油的黏度测试结果可知: 随着温度的增加, 液压油的黏度减小; 随着温度降低, 液压油的黏度增加。其黏温变化趋势如图 1 所示, 以 20 °C 为中心, 以 20 °C 为间隔, 当温度增加时, 液压油的黏度减小。当温度高于 60 °C 时, 其黏度的减小趋势减缓, 黏度减小趋于平缓。当温度减小时, 液压油的黏度增加, 随着温度的减少, 液压油的黏度增大明显。当温度低于 -40 °C 时, 液压油的黏度增加趋势急剧增大。

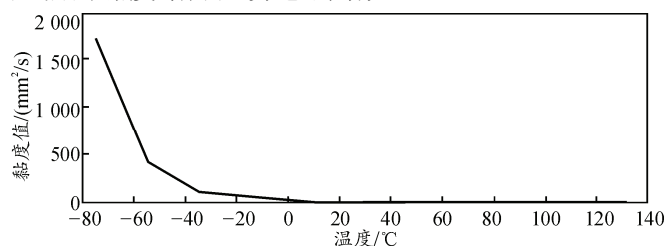


图 1 YH-15 航空液压油的黏温变化趋势

2 确定 YH-15 航空液压油黏温特性曲线

2.1 黏温特性曲线的计算

由于在黏度使用过程中, 需要知道某一个温度点或者某几个温度点的黏度值, 但是如果测量所有温度点的黏度值, 不但工作量巨大, 而且在实际操作过程中难以实现。所以有必要绘制出 YH-15 航空液压油的黏温特性曲线, 以供工作中使用。为此, 笔者采用油品黏度与温度关系公式 (1), 分段计算出 YH-15 航空液压油的黏温特性曲线公式^[3]。

$$\lg \lg(\nu + a) = b + m \lg T \quad (1)$$

式中: ν 为运动黏度, mm²/s; T 为绝对温度, K; a, b, m 为随油品性质而异的常数。

选取经验常数 $a=0.6$, 并根据公式 (1) 计算得出每一个温度范围内的常数 b, m , 将计算常数与对应的适用温度范围见表 2 所示。

表 2 YH-15 航空液压油黏温特性曲线常数

温度范围/°C	常数 m	常数 b
-55~-40	-3.207 6	8.008 1
-40~-20	-2.863 1	7.192 5
-20~0	-2.948 5	7.397 7
0~20	-2.586 3	6.515 3
20~40	-2.415 3	6.093 4
40~60	-2.191 5	5.534 8
60~80	-2.279 2	5.754 7
80~100	-2.060 3	5.197 0
100~120	-2.220 3	5.608 5
120~135	-1.524 7	3.803 7

2.2 黏温特性曲线的验证

为了验证所绘制的黏温特性曲线的准确性, 笔者分别在 -55~-40 °C、40~60 °C 和 60~80 °C 温度范围内取 -50, -45, 50 和 70 °C 4 个温度进行计算结果与测试结果比对, 其结果比对如表 3 所示。

表 3 黏温特性曲线验证结果

温度/°C	测试值/(mm ² /s)	计算值/(mm ² /s)	相对偏差/%
-50	957.264	962.277	0.524
-45	580.120	601.312	3.653
50	11.521	11.562	0.356
70	8.210	8.227	0.207

根据以上黏度测试结果与计算结果比对可知: 随着黏度间隔距离的减小, 根据黏温特性曲线计算的黏度值与测试结果之间的偏差减小, 所有计算数据与测试结果之间偏差均小于 5%, 符合国标 GB/T 265—1988 黏度测试标准要求, 故以上所有黏温特性曲线符合要求^[4-5]。

3 结论

随着温度的增加, YH-15 航空液压油的黏度值减小, 当温度高于 60 °C 时, 液压油的黏度随着温度升高减小趋势越来越平缓; 当温度降低值 -20 °C 时, 液压油的黏度随着温度降低增加急剧增加。经过验证, 笔者分段绘制的碾压特性曲线符合要求, 能比较精确地计算出所适用温度范围内的黏度值。

参考文献:

- [1] 李阳初, 刘雪暖. 石油化学工程原理[M]. 北京: 中国石化出版社, 2008: 70-80.
- [2] 陈惠钊. 黏度测量和应用[J]. 中国计量, 1998(3): 45-46.
- [3] 徐春明, 杨朝合. 石油炼制工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 60-70.
- [4] 王大喜, 赵玉玲, 潘月秋, 等. 石油胶质结构性质的量子化学研究[J]. 燃料化学学报, 2006, 34(6): 690-694.
- [5] 张跃雷, 程林松, 刘倩. 稠油流变特性的基础实验研究[J]. 特种油气藏, 2009, 16(6): 64-66.