

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T XXXX.1—XXXX

航空涡轮发动机润滑油性能测试方法

第1部分：高温轴承沉积性能

Testing method for performance of aviation turbine engine lubricating oils—
Part 1: High temperature bearing deposition characteristics

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国民用航空局 发布

目 次

| | |
|---------------------|-----|
| 前言 | III |
| 引言 | IV |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 方法概述 | 1 |
| 5 仪器设备 | 2 |
| 5.1 轴承沉积性能测试机 | 2 |
| 5.2 测试轴承 | 2 |
| 5.3 喷油嘴 | 2 |
| 5.4 分析天平 | 2 |
| 5.5 电子天平 | 2 |
| 5.6 秒表 | 2 |
| 5.7 量筒 | 2 |
| 5.8 温度传感器 | 2 |
| 5.9 压力传感器 | 2 |
| 5.10 气体流量传感器 | 2 |
| 6 试剂与耗材 | 2 |
| 6.1 支撑单元润滑油 | 2 |
| 6.2 清洗剂 | 2 |
| 6.3 干燥空气 | 2 |
| 6.4 水 | 3 |
| 6.5 滤网 | 3 |
| 7 测试准备 | 3 |
| 7.1 样品准备 | 3 |
| 7.2 清洗 | 3 |
| 7.3 设备安装 | 3 |
| 7.4 验证程序 | 3 |
| 8 测试步骤 | 4 |
| 8.1 测试参数确认 | 4 |
| 8.2 取样程序 | 5 |
| 9 数据处理与报告 | 5 |
| 9.1 运动粘度 | 5 |
| 9.2 酸值 | 5 |
| 9.3 滤网质量变化 | 6 |
| 9.4 润滑油消耗量 | 6 |
| 9.5 沉积物缺陷评分 | 6 |

| | |
|------------------------------|----|
| 9.6 结果报告..... | 7 |
| 附录 A（规范性） 轴承沉积性能测试机组成装置..... | 8 |
| A.1 轴承腔..... | 8 |
| A.2 测试润滑油单元..... | 9 |
| A.3 支撑润滑油单元..... | 10 |
| A.4 驱动电机..... | 11 |
| A.5 测试轴承外圈温度测量点..... | 11 |
| 附录 B（规范性） 测试轴承..... | 12 |
| 附录 C（规范性） 喷油嘴..... | 13 |
| 附录 D（规范性） 沉积物缺陷评分细则..... | 14 |
| 参考文献..... | 18 |

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是MH/T XXXX《航空涡轮发动机润滑油性能测试方法》的第1部分。MH/T XXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：高温轴承沉积性能；
- 第2部分：气相结焦倾向；
- 第3部分：高速齿轮承载能力。

本文件由中国民用航空局航空器适航审定司提出。

本文件由中国民航科学技术研究院归口。

本文件起草单位：中国民用航空总局第二研究所。

本文件主要起草人：刘建刚、夏祖西、曾萍、汪必耀、吴钰繁、黄致尧、杜澜、杨智渊、苏正良、王海保。

引 言

航空涡轮发动机润滑油性能测试是评价航空润滑油性能的科学方法，MH/T XXXX旨在为航空涡轮发动机润滑油在发动机特定部件上的相关性能提供统一的测试方法，拟由三个部分构成。

——第1部分：高温轴承沉积性能。目的在于规定航空涡轮发动机润滑油在发动机轴承上的沉积性能测试方法。

——第2部分：气相结焦倾向。目的在于规定航空涡轮发动机润滑油油雾/空气两相混合物在通气管内产生结焦倾向的测试方法。

——第3部分：高速齿轮承载能力。目的在于规定在特定温度、流量和转速测试条件下，航空涡轮发动机润滑油承载能力的测试方法。

本次对MH/T XXXX. 1的制定，聚焦于航空涡轮发动机润滑油高温轴承沉积性能测试方法，使航空涡轮发动机润滑油轴承部件沉积性能评价有据可依。

航空涡轮发动机润滑油性能测试方法

第 1 部分：高温轴承沉积性能

1 范围

本文件规定了特定温度、压力、流量、转速和载荷测试条件下，航空涡轮发动机润滑油（以下简称“涡轮滑油”）在发动机轴承上的沉积性能测试方法，包括仪器设备、试剂耗材、测试准备、测试步骤、测试数据处理和结果报告。

本文件适用于涡轮滑油高温轴承沉积性能的测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，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。

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 7304 石油产品酸值的测定 电位滴定法

GB/T 24511 承压设备用不锈钢和耐热钢钢板和钢带

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

航空涡轮发动机润滑油 aviation turbine engine lubricating oils

主要以多元醇酯类化合物为基础油，添加多种添加剂调和而成的用于航空涡轮发动机的润滑油。

3.2

鳞片状碳 flaked carbon

无法使用棉布擦去，呈破裂状的鼓泡或剥皮的碳化层。

3.3

起泡状碳 blistered carbon

暗淡、哑光且有多个分散凸起的鼓包状的碳化层。

3.4

皱纹状碳 crinkled carbon

暗淡、哑光且有多个分散凸起的皱纹状的碳化层。

3.5

平滑碳 smooth carbon

无法使用棉布擦去，暗淡、哑光且平滑覆盖的碳化层。

3.6

油泥 sludge

涡轮滑油氧化沉积形成的，有光泽的，且能用布擦掉的碳和油的油性乳状液。

3.7

漆膜 varnish

无法使用棉布擦去，坚硬、干燥、有光泽的沉积物。

4 方法概述

涡轮滑油高温轴承沉积性能测试是指将一定体积的涡轮滑油加热至规定温度，经过喷嘴喷射到规定温度、转速和载荷的测试轴承上，运行100 h（或200 h），定期取样分析运动粘度和酸值。测试后，对测试轴承和加热器等部件上的沉积物进行评分，报告运动粘度变化率、酸值变化值、滤网质量变化值和涡轮滑油消耗量，以及评分分数。

5 仪器设备

5.1 轴承沉积性能测试机

轴承沉积性能测试机由测试润滑油单元、支撑润滑油单元、冷却单元、加载单元、供气单元、控制单元、驱动单元和轴承腔体等组成，主要单元结构应符合附录A的要求。

5.2 测试轴承

测试轴承应为100 mm无遮挡直滚柱航空轴承，材质应为符合GB/T 24511规定的S8Cr4Mo4V不锈钢，外形结构应符合附录B的要求。

5.3 喷油嘴

喷油嘴孔径应为 (1.02 ± 0.01) mm，材质应为符合GB/T 24511规定的0Cr17Ni12Mo2不锈钢，结构应符合附录C的要求。

5.4 分析天平

精度不低于0.1 mg。

5.5 电子天平

感量不低于0.1 g。

5.6 秒表

每2.5 h的测量误差不超过1 s的秒表。

5.7 量筒

1000 mL带刻度，分度值为10 mL的量筒。

5.8 温度传感器

温度传感器应包括304型不锈钢护套，测温度范围不小于 $(0 \sim 300)$ °C，精度为1 °C。

5.9 压力传感器

压力传感器应包括304型不锈钢护套，测压力范围不小于 $(0 \sim 500)$ kPa，精度不低于0.2 kPa。

5.10 气体流量传感器

气体流量传感器测量流量范围应不小于 $(0 \sim 20)$ L/min，精度不低于1 L/min。

6 试剂与耗材

6.1 支撑单元润滑油

支撑单元润滑油使用5厘斯涡轮滑油，也可使用测试润滑油。

6.2 清洗剂

分析纯石油醚，沸程为 $(60 \sim 90)$ °C。

6.3 干燥空气

干燥空气露点应不高于 -20 °C，且无油。

6.4 水

测试用水不应低于GB/T 6682中规定的3级水要求。

6.5 滤网

滤网应为100目和80目的304不锈钢滤网，材质应符合GB/T 24511要求。

7 测试准备

7.1 样品准备

7.1.1 样品量

应准备不低于20 L的涡轮滑油作为测试样品。

7.1.2 初始运动粘度

按照GB/T 265的方法测定样品在40 °C、100 °C下的运动粘度，并记为 $V_{40.0}$ 、 $V_{100.0}$ 。

7.1.3 初始酸值

按照GB/T 7304的方法测定样品的酸值TAN%。

7.2 清洗

使用清洗剂清洗轴承腔、测试轴承、加载轴承、支撑轴承、测试润滑油单元组件和支撑润滑油单元组件，不应有残留清洗剂和痕迹。

7.3 设备安装

7.3.1 目视检查

目视检查，确认轴承等部件无可见的机械缺陷。

7.3.2 轴承腔及其组件安装

按照图A.1使用管钳安装主轴、螺旋密封、支撑轴承、加载轴承和测试轴承等；手动旋转主轴，确认主轴转动正常无卡阻。

7.3.3 测试润滑油单元安装

按照图A.2使用扳手安装油箱、油泵、循环管线、过滤器、喷油嘴等，并在测试油箱中加入约7.5 L样品，确认管线无油渗漏现象。

7.3.4 支撑润滑油单元安装

按照图A.3使用扳手安装油箱、油泵、循环管线、过滤器、喷油嘴等，并在支撑油箱中加入约7.5 L支撑润滑油，确认管线无油渗漏现象。

7.3.5 驱动单元安装

按照图A.4使用扳手安装驱动电机和联轴器，手动转动正常无卡阻。

7.4 验证程序

验证程序如下。

- a) 打开空压机，确认供气压力不低于0.4 MPa，端盖供气流量为 (9.9 ± 1.4) L/min。
- b) 打开冷却水回路开关。
- c) 启动设备，加热样品至 (138 ± 2.5) °C，支撑润滑油至 (82 ± 2.5) °C。加热过程中，确保测试油箱底部温度不超过样品温度29 °C。
- d) 启动测试油泵，确认样品入口压力高于69 kPa，测试轴承腔压力高于支撑轴承腔压力 $(0.2 \sim 1)$ kPa，确认测试润滑油流量为 (600 ± 30) mL/min。

- e) 启动支撑油泵，确认支撑润滑油入口压力高于 50 kPa，支撑润滑油回油温度低于 38 °C。
- f) 调整加载压力至 (207±10) kPa。
- g) 启动电机，稳定转速至 (10000±100) r/min，调整加载压力至 (352±10) kPa，确保测试轴承的载荷不低于 2240 N。
- h) 当测试参数稳定至符合表 1 要求时，开始 1 h 的轴承验证测试，测试期间轴承外圈三个温度点均应低于 177 °C，温度点测量位置见图 A.5。若高于 177 °C 则应更换测试轴承，并按照 7.4 重新验证。

表1 验证测试参数

| 参数 | 指标 |
|------------------|----------|
| 测试润滑油入口油温, °C | 121±2.5 |
| 测试润滑油油温, °C | 138±2.5 |
| 支撑润滑油入口温度, °C | 76.5±5.5 |
| 支撑润滑油油温, °C | 82±2.5 |
| 通到端盖的空气流量, L/min | 9.9±1.4 |

8 测试步骤

8.1 测试参数确认

- 8.1.1 打开轴承外圈加热器和测试油箱加热器，使测试参数稳定至符合表 2 要求。

表2 测试参数

| 参数 | 指标 |
|------------------|-----------|
| 测试润滑油入口油温, °C | 177±2.5 |
| 测试润滑油箱温度, °C | 199±2.5 |
| 测试轴承最高温度, °C | 260±2.5 |
| 支撑润滑油入口温度, °C | 76.5±5.5 |
| 通到端盖的空气流量, L/min | 9.9±1.4 |
| 主轴转速, r/min | 10000±100 |
| 加载载荷, kPa | 352±10 |

- 8.1.2 使用秒表和量筒在取样口处测量并确认测试润滑油流量为 (600±30) mL/min。
- 8.1.3 每日运行时间应符合以下条件：
- a) 两次停车之间最长时间间隔不超过 17 h；
 - b) 最短停车时间不小于 7 h；
 - c) 每天运行时间最少为 6 h。
- 8.1.4 测试过程中每隔 1 h 应记录下述运行数据：
- a) 测试润滑油温度；
 - b) 测试润滑油箱底部温度；
 - c) 测试润滑油入口温度；
 - d) 测试润滑油回油温度；
 - e) 支撑润滑油温度；
 - f) 支撑润滑油箱底部温度；
 - g) 支撑润滑油入口温度；
 - h) 支撑润滑油回油温度；
 - i) 负载压力；
 - j) 测试润滑油过滤器前压力；
 - k) 测试润滑油过滤器后压力；
 - l) 轴承转速；
 - m) 轴承外圈温度。

8.1.5 每日测试结束后,关闭测试轴承及油箱的加热器,待测试轴承外圈温度降低至 204 ℃以下,关闭驱动电机,关闭主电源、空压机等。

8.1.6 重复 8.1.1 至 8.1.5 操作步骤,累计运行时间达到 100 h 或 200 h。

8.2 取样程序

设备每运行 10 h 进行取样,打开取样阀,放掉约 20 mL 测试润滑油用于冲洗取样管路,再取 100 mL 用于测试,记录取出测试润滑油的质量。第二天开机之前,冷油状态下,补加等质量质量测试润滑油到油箱。

9 数据处理与报告

9.1 运动粘度

测试新油及测试过程中所取样品在 40 ℃时的运动粘度,并记录为 $V_{40.0}$ 、 $V_{40.10}$ 、 $V_{40.20}$ …… $V_{40.100}$ (或 $V_{40.200}$)。测试新油及测试过程中所取样品在 100 ℃时的运动粘度,并记录为 $V_{100.0}$ 、 $V_{100.10}$ 、 $V_{100.20}$ …… $V_{100.100}$ (或 $V_{100.200}$)。

若为 100 h 测试,则运动粘度变化率计算见公式 (1) 和公式 (2):

$$\Delta V_{40.100}\% = \frac{V_{40.100} - V_{40.0}}{V_{40.0}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\Delta V_{40.100}\%$ ——100 h 测试, 40 ℃时的运动粘度变化率;

$V_{40.100}$ ——100 h 测试, 40 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s);

$V_{40.0}$ ——新油, 40 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s)。

$$\Delta V_{100.100}\% = \frac{V_{100.100} - V_{100.0}}{V_{100.0}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\Delta V_{100.100}\%$ ——100 h 测试, 100 ℃时的运动粘度变化率;

$V_{100.100}$ ——100 h 测试, 100 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s);

$V_{100.0}$ ——新油, 100 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s)。

若为 200 h 测试,则运动粘度变化率计算见公式 (3) 和公式 (4):

$$\Delta V_{40.200}\% = \frac{V_{40.200} - V_{40.0}}{V_{40.0}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\Delta V_{40.200}\%$ ——200 h 测试, 40 ℃时的运动粘度变化率;

$V_{40.200}$ ——200 h 测试, 40 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s);

$V_{40.0}$ ——新油, 40 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s)。

$$\Delta V_{100.200}\% = \frac{V_{100.200} - V_{100.0}}{V_{100.0}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\Delta V_{100.200}\%$ ——200 h 测试, 100 ℃时的运动粘度变化率;

$V_{100.200}$ ——200 h 测试, 100 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s)。

$V_{100.0}$ ——新油, 100 ℃时的运动粘度,单位为平方毫米每秒 (mm^2/s)。

9.2 酸值

测试新油及测试过程中所取样品的酸值,并记录为 TAN_0 、 TAN_{10} 、 TAN_{20} …… TAN_{100} (或 TAN_{200})。

若为 100 h 测试,则酸值变化值计算见公式 (5):

$$\Delta TAN_{100} = TAN_{100} - TAN_0 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- ΔTAN_{100} ——100 h测试, 酸值变化值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g);
- TAN_{100} ——100 h测试, 酸值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g);
- TAN_0 ——新油, 酸值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g)。

若为200 h测试, 则酸值变化值计算见公式(6):

$$\Delta TAN_{200} = TAN_{200} - TAN_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- ΔTAN_{200} ——200 h测试, 酸值变化值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g);
- TAN_{200} ——200 h测试, 酸值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g);
- TAN_0 ——新油, 酸值, 单位为毫克氢氧化钾每克 (mgKOH/g)。

9.3 滤网质量变化

测试前后, 分别称量100目和80目滤网质量。

100目滤网质量变化值计算见公式(7):

$$\Delta M_{f100} = M_{f100_e} - M_{f100_s} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- ΔM_{f100} ——100目滤网测试前后质量变化值, 单位为毫克 (mg);
- M_{f100_e} ——100目滤网测试前质量, 单位为毫克 (mg);
- M_{f100_s} ——100目滤网测试后质量, 单位为毫克 (mg)。

80目滤网质量变化值计算见公式(8):

$$\Delta M_{f80} = M_{f80_e} - M_{f80_s} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- ΔM_{f80} ——80目滤网测试前后质量变化值, 单位为毫克 (mg);
- M_{f80_e} ——80目滤网测试前质量, 单位为毫克 (mg);
- M_{f80_s} ——80目滤网测试后质量, 单位为毫克 (mg)。

9.4 润滑油消耗量

测试开始阶段, 测得初始质量 M_{oil_s} , 测试结束后, 测得测试后质量 M_{oil_e} , 计算总的润滑油消耗。

若为100 h测试, 则总的润滑油消耗量计算见公式(9):

$$\Delta M_{oil_{100}} = M_{oil_s} - M_{oil_{100_e}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- $\Delta M_{oil_{100}}$ ——100 h测试, 总的润滑油消耗量, 单位为克 (g);
- M_{oil_s} ——初始润滑油质量, 单位为克 (g);
- $M_{oil_{100_e}}$ ——测试后润滑油质量, 单位为克 (g)。

若为200 h测试, 则总的润滑油消耗量计算见公式(10):

$$\Delta M_{oil_{200}} = M_{oil_s} - M_{oil_{200_e}} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- $\Delta M_{oil_{200}}$ ——200 h测试, 总的润滑油消耗量, 单位为克 (g);
- M_{oil_s} ——初始润滑油质量, 单位为克 (g);
- $M_{oil_{200_e}}$ ——测试后润滑油质量, 单位为克 (g)。

9.5 沉积物缺陷评分

对轴承沉积性能测试机拆解后部件进行洁净度评分（0分至20分），0分表示新的或非常清洁情况，20分代表可能发生的最恶劣的情况。沉积物缺陷评分应按照附录D的规定进行。不同沉积形式和程度对应的缺陷分数应按照表D.1进行评定。

高温轴承沉积测试的缺陷面积占比按公式（11）计算：

$$X = 10 \times S \dots\dots\dots (11)$$

式中：

S ——覆盖面积占比；

X ——缺陷面积占比。

表D.2中每一项的缺陷分数值乘以缺陷面积得到的评分值，再乘以修正因子，得到修正评分值。轴承沉积测试的沉积物评分为各项目修正评分值的平均值，保留整数。

9.6 结果报告

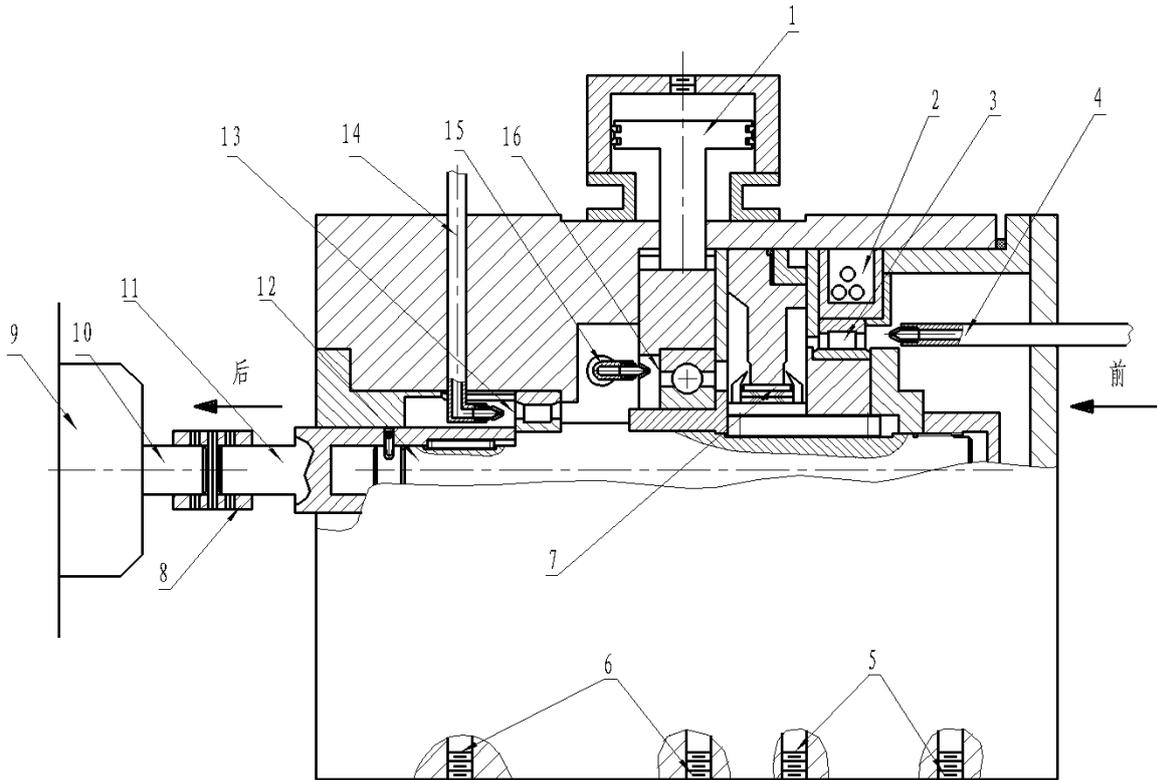
结果报告应至少包含以下内容：

- a) 粘度变化率，%；
- b) 酸值变化值，mgKOH/g；
- c) 滤网质量变化值，mg；
- d) 润滑油消耗量，g；
- e) 沉积物缺陷评分分数。

附录 A
(规范性)
轴承沉积性能测试机组成装置

A.1 轴承腔

轴承腔及其内部组件应按照图A.1示意进行装配。



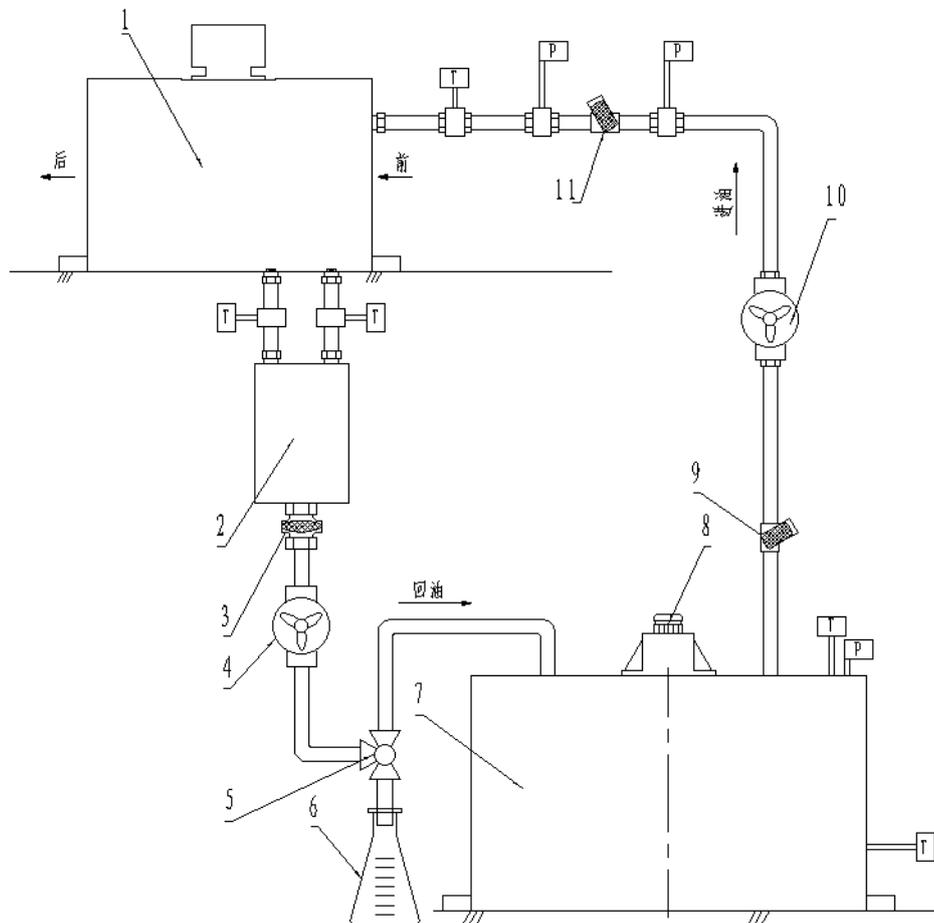
标引序号说明:

- 1 ——加载活塞;
- 2 ——测试轴承外圈加热器;
- 3 ——测试轴承;
- 4 ——测试轴承喷油嘴;
- 5 ——测试润滑油回油孔;
- 6 ——支撑润滑油回油孔;
- 7 ——螺旋密封;
- 8 ——联轴器;
- 9 ——驱动电机;
- 10 ——电机输出轴;
- 11 ——主轴力矩输入端衬套;
- 12 ——测试主轴;
- 13 ——支撑轴承;
- 14 ——支撑轴承喷油嘴;
- 15 ——加载轴承喷油嘴;
- 16 ——加载轴承。

图A.1 轴承腔及其内部组件装配

A.2 测试润滑油单元

测试润滑油单元应按照图 A.2 示意进行装配。



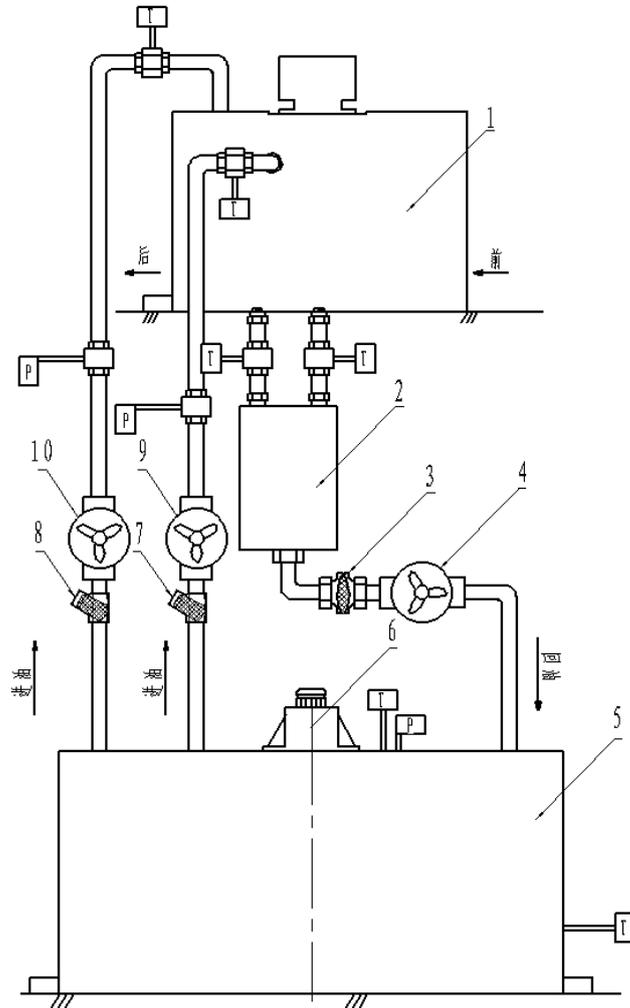
标引序号说明：

- 1 ——轴承腔；
- 2 ——中转回油箱；
- 3 ——80目回油过滤器；
- 4 ——测试油回油泵；
- 5 ——三通阀；
- 6 ——取样组件；
- 7 ——测试油箱（带底部加热）；
- 8 ——测试油搅拌电机；
- 9 ——100目进油过滤器1；
- 10 ——测试油进油泵；
- 11 ——100目进油过滤器2；
- T ——温度传感器；
- P ——压力传感器。

图A.2 测试润滑油单元装配

A.3 支撑润滑油单元

支撑润滑油单元应按照图 A.3 示意进行装配。



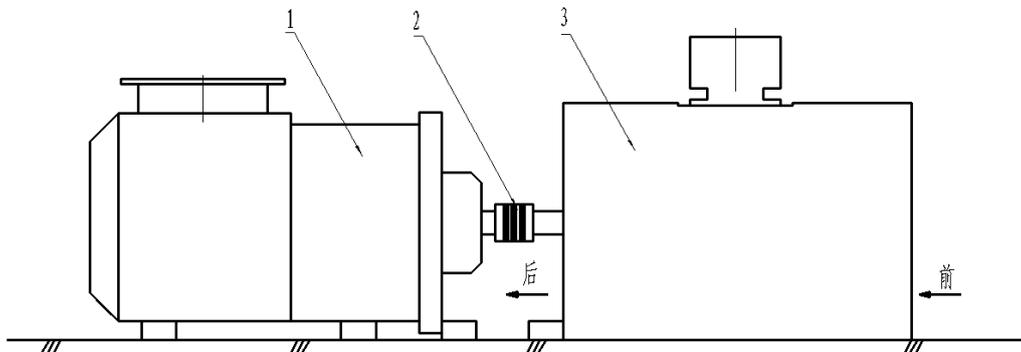
标引序号说明：

- 1 —— 轴承腔；
- 2 —— 支撑油回油箱；
- 3 —— 80目回油过滤器；
- 4 —— 测试油回油泵；
- 5 —— 支撑油箱；
- 6 —— 支撑油搅拌电机；
- 7 —— 100目进油过滤器1；
- 8 —— 100目进油过滤器2；
- 9 —— 支撑油进油泵（到加载轴承）；
- 10 —— 支撑油进油泵（到支撑轴承）；
- T —— 温度传感器；
- P —— 压力传感器。

图A.3 支撑润滑油单元装配

A.4 驱动电机

驱动电机、联轴器、轴承腔应按照图 A.4 示意进行装配。



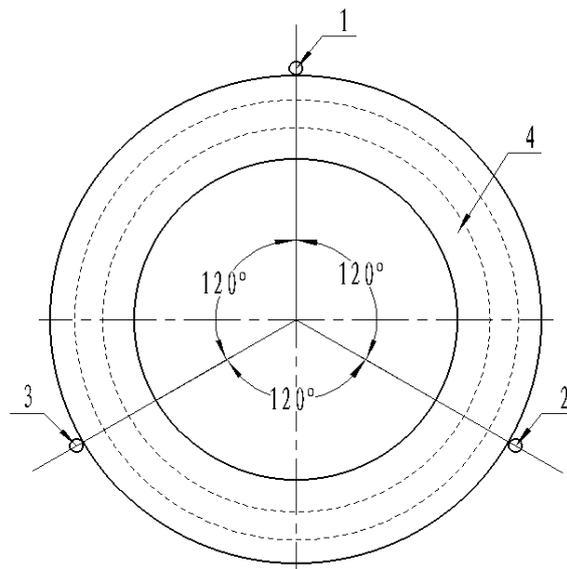
标引序号说明:

- 1 ——驱动电机;
- 2 ——联轴器;
- 3 ——轴承腔。

图A.4 驱动电机-联轴器-轴承腔装配

A.5 测试轴承外圈温度测量点

测试轴承外圈上三个温度传感器测量点相对位置应按照图 A.5 示意进行布置。



标引序号说明:

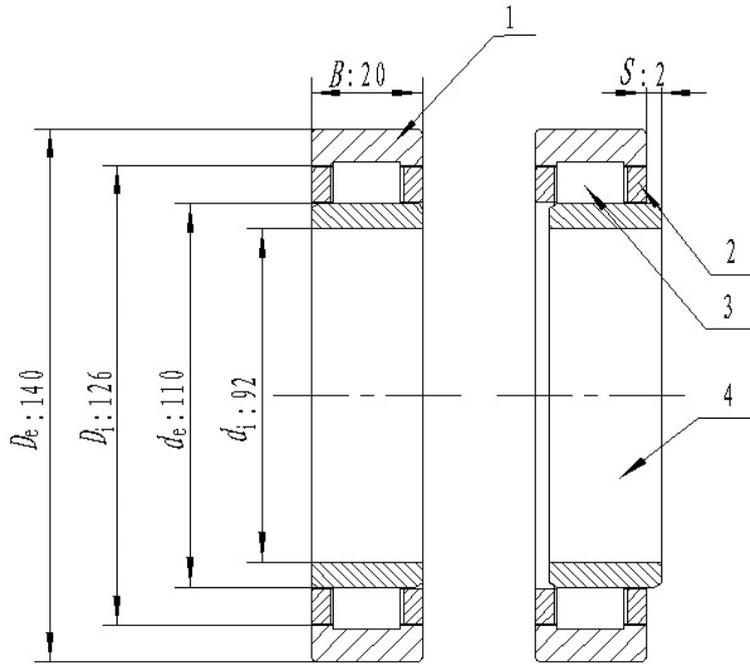
- 1 ——测量点1孔位;
- 2 ——测量点2孔位;
- 3 ——测量点3孔位;
- 4 ——测试轴承。

图A.5 测试轴承外圈温度测量点

附录 B
(规范性)
测试轴承

测试轴承应满足B.1规定的尺寸要求。

单位为毫米



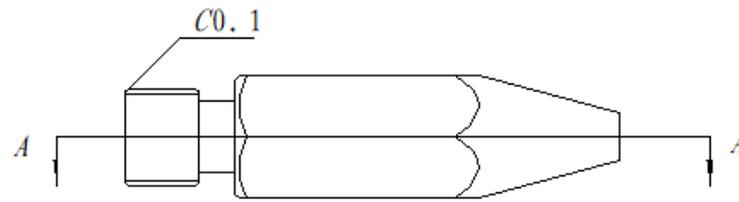
- 标引序号说明:
- 1 —— 轴承外圈;
 - 2 —— 保持架;
 - 3 —— 滚柱;
 - 4 —— 轴承内圈;
 - D_e —— 轴承外圈外径;
 - D_i —— 轴承外圈内径;
 - d_e —— 轴承内圈外径;
 - d_i —— 轴承内圈内径;
 - B —— 轴承外圈宽度;
 - S —— 最大轴向窜动量。

图 B.1 测试轴承

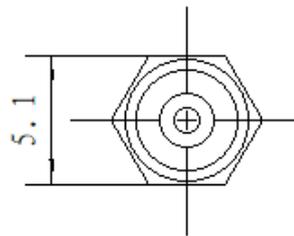
附录 C
(规范性)
喷油嘴

喷油嘴应满足图C.1规定的尺寸要求。

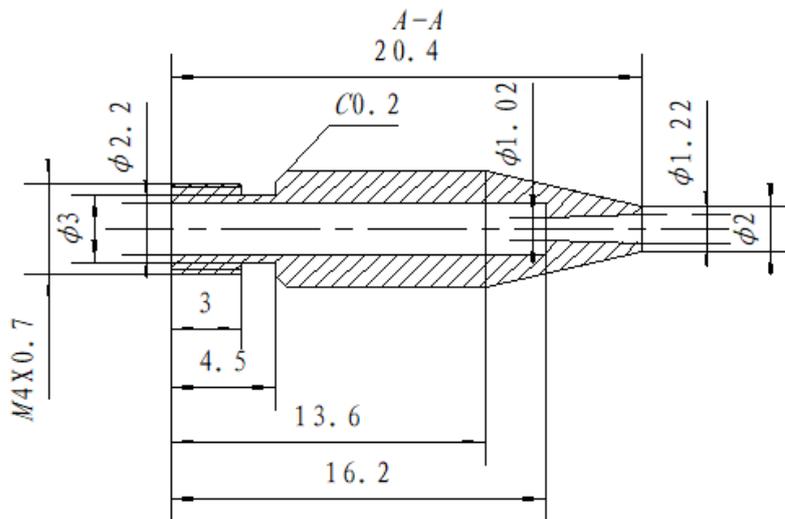
单位为毫米



a) 喷油嘴正视图



b) 喷油嘴侧视图



c) 喷油嘴截面图

标引序号说明：
1——进油口；
2——喷口。

图C.1 喷油嘴

附录 D
(规范性)
沉积物缺陷评分细则

D.1 应按表 D.1 的评分说明对高温轴承沉积测试碳沉积物进行评分。

表 D.1 高温轴承沉积测试碳沉积物评分说明

| 沉积形式 | 程度 | 缺陷分数值 | 说明 |
|------|----|-------|------------------------|
| 鳞片状碳 | 严重 | 20 | 积碳片紧密地包裹在一起，有大量表面凸起 |
| | 中度 | 19 | 积碳片适度分散，有少量可见的表面凸起 |
| | 轻微 | 18 | 积碳片均匀分布，几乎没有表面凸起 |
| 起泡状碳 | 严重 | 17 | 起泡状凸起区域，厚度明显 |
| | 中度 | 16 | 除起泡凸起的区域外，厚度适中的积碳区域 |
| | 轻微 | 15 | 除起泡凸起的区域外，刚刚覆盖的积碳区域 |
| 皱纹状碳 | 严重 | 14 | 皱纹状凸起区域，厚度明显 |
| | 中度 | 13 | 除皱纹凸起的区域外，厚度适中的积碳区域 |
| | 轻微 | 12 | 除皱纹凸起的区域外，刚刚覆盖的积碳区域 |
| 平滑碳 | 严重 | 11 | 可擦除的平滑积碳覆层，厚度明显 |
| | 中度 | 10 | 可擦除的平滑积碳覆层，厚度适中 |
| | 轻微 | 9 | 可擦除的平滑积碳覆层，刚刚覆盖 |
| 油泥 | 严重 | 8 | 厚度明显 |
| | 中度 | 7 | 厚度适中 |
| | 轻微 | 6 | 刚刚覆盖 |
| 漆膜 | 严重 | 5 | 一种坚硬、干燥、有光泽的沉积物，不能用布擦掉 |
| | 中度 | 3 | |
| | 轻微 | 1 | |
| 清洁 | — | 0 | 清洁，无沉积 |

D.2 高温轴承沉积测试碳沉积物评分表见表 D.2。

表 D.2 高温轴承沉积测试碳沉积物评分表

| 测试基本信息 | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 测试类型 | | | | 评定人 | | |
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 沉积评定信息 | | | | | | |
| 项目 | 沉积类型 | 缺陷面积 | 缺陷分数 | 评分值 | 修正因素 | 修正评分 |
| 1 端盖 | 鳞片状碳 | | | | 1 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 2 垫片和螺母 | 鳞片状碳 | | | | 2 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |

表 D.2 高温轴承沉积测试碳沉积物评分表（续）

| 测试基本信息 | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 测试类型 | | | | 评定人 | | |
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 沉积评定信息 | | | | | | |
| 项目 | 沉积类型 | 缺陷面积 | 缺陷分数 | 评分值 | 修正因素 | 修正评分 |
| 3 加热器前 | 鳞片状碳 | | | | 3 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 4 加热器后 | 鳞片状碳 | | | | 3 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 5 密封板 | 鳞片状碳 | | | | 1 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 a 滚柱 柱面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 a 滚柱 后端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 a 滚柱 前端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |

表 D.2 高温轴承沉积测试碳沉积物评分表 (续)

| 测试基本信息 | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 测试类型 | | | | 评定人 | | |
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 沉积评定信息 | | | | | | |
| 项目 | 沉积类型 | 缺陷面积 | 缺陷分数 | 评分值 | 修正因素 | 修正评分 |
| 6 轴承 b 保持器 滚柱之间 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 b 保持器 后端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 b 保持器 前端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 c 外环 滚道 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 c 外环 后挡边 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 c 外环 前挡边 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |

表 D.2 高温轴承沉积测试碳沉积物评分表（续）

| 测试基本信息 | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 测试类型 | | | | 评定人 | | |
| 油品名称 | | | | 测试时间 | | |
| 沉积评定信息 | | | | | | |
| 项目 | 沉积类型 | 缺陷面积 | 缺陷分数 | 评分值 | 修正因素 | 修正评分 |
| 6 轴承 d 内环 后端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 6 轴承 d 内环 前端面 | 鳞片状碳 | | | | 5 | |
| | 起泡状碳 | | | | | |
| | 皱纹状碳 | | | | | |
| | 平滑碳 | | | | | |
| | 油泥 | | | | | |
| | 漆膜 | | | | | |
| | 清洁 | | | | | |
| 沉积物总评分： | | | | | | |

参 考 文 献

- [1] CTS0-2C704a 民用航空发动机润滑油
-