

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXX—2025

凸轮轴加工用油孔清洗工艺技术要求

Technical requirements for oil hole cleaning process in camshaft
machining

（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。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国中小商业企业协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 1

5 清洗前准备 2

6 清洗工艺 2

7 清洗后处理 3

8 质量检验及记录 3

附录 A（规范性） 四氯化碳法检测油含量 5

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由泰州市宏祥动力机械有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：泰州市宏祥动力机械有限公司、XXX。

本文件主要起草人：XXX。

凸轮轴加工用油孔清洗工艺技术要求

1 范围

本文件规定了凸轮轴加工用油孔清洗工艺的总体要求、清洗前准备、清洗工艺、清洗后处理、质量检验及记录。

本文件适用于凸轮轴加工用油孔清洗工艺要求。

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 3821 中小功率内燃机 清洁度限值 and 测定方法
- GB 8965.1 防护服装 阻燃服
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB 14866 眼面防护具通用技术规范
- GB/T 25147 工业设备化学清洗中金属腐蚀率及腐蚀总量的测试方法 重量法
- GB/T 25148 工业设备化学清洗中除垢率和洗净率测试方法
- GB 28881 手部防护 化学品及微生物防护手套
- GB 38508 清洗剂挥发性有机化合物含量限值
- SH/T 0692 防锈油

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

4.1 人员

从事清洗工艺的操作人员应经专业培训，考核合格后上岗。

4.2 环境

- 4.2.1 清洗工艺段应设置在独立封闭区域，不应与其他工艺段共用一个区域。
- 4.2.2 操作区域应具备良好的通风换气系统。
- 4.2.3 操作区域噪声应不大于 85 dB（A），温度不高于 38℃。

4.3 安全

- 4.3.1 操作人员应佩戴符合 GB 28881 规定的耐化学品手套、符合 GB 14866 规定的护目镜及防护面罩。
- 4.3.2 溶剂型清洗剂使用区域应配备防爆型通风设备，空气中溶剂浓度不应超过爆炸下限的 25%。

4.3.3 高温设备操作时应设置警示标识，操作人员应穿隔热防护服并符合 GB 8965.1 的规定。

5 清洗前准备

5.1 设备及工具检查

5.1.1 手工清洗工具包括钢丝刷、铜丝刷、铲刀等应无破损、变形，金属材质工具表面不应有锈蚀。

5.1.2 溶液清洗设备包括清洗槽、循环泵、过滤装置，应进行密封性检查。

5.1.3 超声波清洗机应检测超声频率、功率密度及槽体温度控制精度。

5.1.4 高温分解清洗炉应校准温度控制系统，控温精度应达到 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，升温速率可调节范围为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

5.2 清洗剂要求

5.2.1 碱性清洗剂 pH 值应控制在 8~11，对铸铁凸轮轴的腐蚀率不应超过 $0.02\text{ g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，对钢制凸轮轴的腐蚀率不应超过 $0.01\text{ g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

5.2.2 溶剂型清洗剂闪点应不低于 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，挥发性有机物(VOCs)含量不高于 500 g/L ，应符合 GB 38508 的规定。

5.3 工件检查

清洗前应对凸轮轴进行外观检查，记录表面油污覆盖面积、锈蚀程度及位置，对存在深沟纹、裂纹等缺陷的工件应标识隔离，另行处理。

6 清洗工艺

6.1 手工清洗

6.1.1 适用于单批次不超过 50 件、结构简单的凸轮轴油孔清洗，可作为其他清洗工艺的辅助工序。

6.1.2 采用蘸有清洗剂的铜丝刷对油孔部位进行定向刷洗，刷洗压力控制在 $0.1\text{ MPa}\sim 0.3\text{ MPa}$ 。

6.1.3 油道孔应使用专用通条往复擦拭不少于 5 次，通条材质宜为尼龙或黄铜。

6.2 溶液清洗

6.2.1 适用于单批次 51 件~200 件、表面油污以乳化油或轻度切削液为主的铸铁、钢制凸轮轴油孔清洗，当油污中含高粘度矿物油时，应配合升温 and 循环过滤系统使用。

6.2.2 清洗剂浓度按产品说明书配制，温度控制在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，浸泡时间为 $10\text{ min}\sim 30\text{ min}$ 。

6.2.3 清洗过程中应开启循环过滤系统，每小时循环次数不少于 5 次，清洗完成后用电导率不大于 $10\text{ }\mu\text{S/cm}$ 的去离子水冲洗 2 次~3 次，每次冲洗时间应不低于 3 min。

6.3 超声波清洗

6.3.1 适用于单批次大于 200 件、油孔直径小于 15 mm 且孔道弯曲的凸轮轴，同时清除油孔内壁 $5\text{ }\mu\text{m}\sim 50\text{ }\mu\text{m}$ 的细小颗粒及附着性较强的切削渣。

6.3.2 清洗剂液位应高出工件最高点不低于 50 mm ，超声功率密度设定为 $0.5\text{ W}/\text{cm}^2\sim 0.6\text{ W}/\text{cm}^2$ ，清洗时间为 $8\text{ min}\sim 15\text{ min}$ 。

6.3.3 采用双槽式清洗流程：第一槽超声清洗，第二槽用水温 $60\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的去离子水漂洗，漂洗后工件表面水膜应均匀连续，30 s 内无破裂。

6.4 高温分解清洗

- 6.4.1 适用于各批量中油含量大于 500 mg/m^2 的凸轮轴，可去除碳化油污或聚合物残留。
- 6.4.2 升温曲线设置：室温、 200°C 保温 30 min 、 400°C 保温 60 min 、 500°C 保温 30 min ，降温速率 $\leq 10^\circ\text{C/min}$ 。
- 6.4.3 炉内气氛应保持微正压 $5 \text{ Pa} \sim 10 \text{ Pa}$ ，通入露点不大于 -40°C 干燥压缩空气，防止冷却过程中产生氧化锈蚀。

7 清洗后处理

7.1 表面检查

- 7.1.1 采用 5 倍放大镜对油孔表面进行 100% 目视检查，不应有可见油污、锈迹及氧化物。
- 7.1.2 关键配合面表面粗糙度 R_a 值应低于 $1.6 \mu\text{m}$ 。

7.2 光整处理

- 7.2.1 对残留锈迹部位采用水砂纸进行手工研磨，研磨方向与轴线平行，压力不大于 0.05 MPa 。
- 7.2.2 油石修整时应采用细油石，做往复直线运动，运动速度不大于 30 次/min ，修整后表面不应有明显磨痕。

7.3 螺纹孔清理

- 7.3.1 采用手工螺纹铰刀，按螺纹规格选择对应型号，旋入深度为螺纹全长的 $2/3$ ，往返清理 2 次 $\sim$ 3 次。
- 7.3.2 清理后用 $0.4 \text{ MPa} \sim 0.6 \text{ MPa}$ 的压缩空气吹净螺纹孔内碎屑，确保无残留。

7.4 清洁度

- 7.4.1 单位质量污染物质量应小于 10 mg/kg ， $5 \mu\text{m}$ 以上颗粒数应小于 10 个/g 。
- 7.4.2 油道孔不应有可见颗粒状污染物。

7.5 防锈处理

- 7.5.1 防锈剂应符合 SH/T 0692 要求，铸铁凸轮轴选用膜厚 $5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ 的硬膜防锈油，钢制凸轮轴选用膜厚 $2 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ 的薄层防锈油。
- 7.5.2 采用浸涂方式时，防锈剂温度控制在 $20^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ，浸泡时间 $1 \text{ min} \sim 3 \text{ min}$ ，滴干时间不少于 5 min 。
- 7.5.3 喷涂防锈剂时，喷嘴距离工件表面 $300 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm}$ ，喷涂压力 $0.2 \text{ MPa} \sim 0.4 \text{ MPa}$ ，确保所有表面 100% 覆盖。
- 7.5.4 防锈处理后应在 2 h 内完成包装，防锈有效期应不小于 6 个月，经 72 h 中性盐雾试验后，无锈蚀为合格。

8 质量检验及记录

8.1 质量检验

8.1.1 外观质量

目视检查。

8.1.2 清洁度

按GB/T 3821的规定进行，油道孔清洁度采用内窥镜检查。

8.1.3 腐蚀率

按GB/T 25147的规定进行。

8.1.4 除垢率

按GB/T 25148的规定进行。

8.1.5 油含量

8.1.5.1 擦拭法

被测表面用清洁干燥的白色滤纸用力往返擦拭1次，用目测法观察滤纸上是否有油脂痕迹。

8.1.5.2 紫外光法

将要检查被清洗油孔表面置于黑暗处，用波长为320 nm~380 nm的专用紫外光灯照射被清洗油孔表面，观察有无油脂荧光产生。

8.1.5.3 樟脑球法

用无油蒸汽吹洗被清洗油孔表面，取吹洗蒸汽冷凝液，放入一小粒直径不大于1 mm的纯樟脑（萘）球，观察樟脑（萘）球是否旋转。

8.1.5.4 四氯化碳法

按附录A的规定进行。

8.1.6 盐雾试验

按GB/T 10125的规定进行。

8.2 记录

8.2.1 每批次清洗应记录以下内容：

- 清洗日期、时间及操作人员；
- 清洗方式及工艺参数（温度、时间、浓度等）；
- 清洁度检测结果（取样数量、检测数据）；
- 防锈处理类型及有效期。

8.2.2 质量记录保存期限为3年。

附 录 A

(规范性)

四氯化碳法检测油含量

A.1 油含量分析仪测定法

A.1.1 原理

用四氯化碳擦洗被测油孔表面，采用油含量分析仪检测擦洗液获得油含量。

A.1.2 仪器及材料

试验所需仪器、材料如下：

- 四氯化碳；
- 烧杯；
- 中速定量滤纸；
- 油含量分析仪；
- 容量瓶，250 mL；
- 镊子；
- 脱脂棉。

A.1.3 操作步骤

将烧杯、容量瓶和镊子用四氯化碳洗净并干燥，取100 mL左右四氯化碳于洁净烧杯中，取一团脱脂棉浸于装有四氯化碳的烧杯中，然后用镊子将脱脂棉拧干后，用力擦柔性取样框框定面积为100 cm²的被测油孔表面，擦拭完成后将脱脂棉置于装有四氯化碳的烧杯中洗涤，如此反复3次~5次后，可将框定的油孔表面油污清洗干净，洗涤后的四氯化碳用中速定量滤纸过滤后转移到250 mL容量瓶中，并将脱脂棉和烧杯用四氯化碳洗涤两次，将脱脂棉拧干，洗涤烧杯的四氯化碳溶液也用中速定量滤纸过滤后移到容量瓶并稀释至刻度保存待用。

A.1.4 结果计算

按照油含量分析仪的说明书取一定体积含油四氯化碳进行测定，得到读数 a ，并按公式(A.1)计算被测油孔表面的油含量。

$$F = 25a \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- F ——油孔表面油含量，单位为毫克每平方米 (mg/m²)；
- 25——单位换算常数项，单位为升每平方米 (L/m²)；
- a ——油含量分析仪读数，单位为毫克每升 (mg/L)。

A.2 油含量重量测定法

A.2.1 仪器及材料

试验所需仪器、材料如下：

- 四氯化碳；
- 烧杯；
- 蒸发皿；
- 干燥器；

- 红外灯；
- 烘箱；
- 分析天平（精度 0.0001 g）；
- 中速定量滤纸；
- 容量瓶，250 mL；
- 镊子；
- 脱脂棉。

A. 2. 2 操作步骤

A. 2. 2. 1 将烧杯、容量瓶和镊子用四氯化碳洗净并干燥，取约 100 mL 四氯化碳于洁净烧杯中，取一团脱脂棉浸于装有四氯化碳的烧杯中，然后用镊子将脱脂棉拧干后，用力擦取样框框定面积 S 的被测油孔表面，擦完后将脱脂棉置于装有四氯化碳的烧杯中洗涤，反复 3 次~5 次后，将框定的油孔表面油污清洗干净，洗涤后的四氯化碳用中速定量滤纸过滤，移转到 250 mL 容量瓶中，并将脱脂棉和烧杯用四氯化碳洗涤两次，将脱脂棉拧干，洗涤烧杯的四氯化碳溶液也用中速定量滤纸过滤后，移到容量瓶并稀释至刻度摇匀待用。

A. 2. 2. 2 取待测溶液 V_1 （根据溶液中含油量来确定取样体积）于恒重蒸发皿中，在通风柜里用红外灯加热蒸发四氯化碳溶剂后，在 100 °C~105 °C 的烘箱里干燥 30 min，放入干燥器中冷却至室温后称重得质量为 W_1 ，用同样方法和同样量四氯化碳进行空白试验。

A. 2. 3 结果计算

A. 2. 3. 1 按式（A. 2）计算空白实验油孔表面的油含量。

$$F_0 = \frac{(W_0 - W) \times \frac{V}{V_0} \times 10^7}{S} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

- F_0 ——空白试验结果的残油量，单位为毫克每平方米（mg/m²）；
- W_0 ——蒸发完无油四氯化碳液后蒸发皿的重量，单位为克（g）；
- W ——蒸发皿的原始重量，单位为克（g）；
- V ——待测含油四氯化碳溶液（含油）的总体积（或容量瓶的容积），单位为毫升（mL）；
- V_0 ——取蒸发无油四氯化碳的体积，单位为毫升（mL）；
- S ——指定取样的油孔表面积（取样框框定的面积），单位为平方厘米（cm²）。

A. 2. 3. 2 按式（A. 3）计算油孔表面的油含量。

$$F = \frac{(W_1 - W) \times \frac{V}{V_1} \times 10^7}{S} - F_0 \dots\dots\dots (A. 3)$$

式中：

- F ——待测油孔表面油含量，单位为毫克每平方米（mg/m²）；
- W_1 ——蒸发完含油四氯化碳溶液后蒸发皿的重量，单位为克（g）；
- V_1 ——取蒸发待测四氯化碳溶液的体积，单位为毫升（mL）。