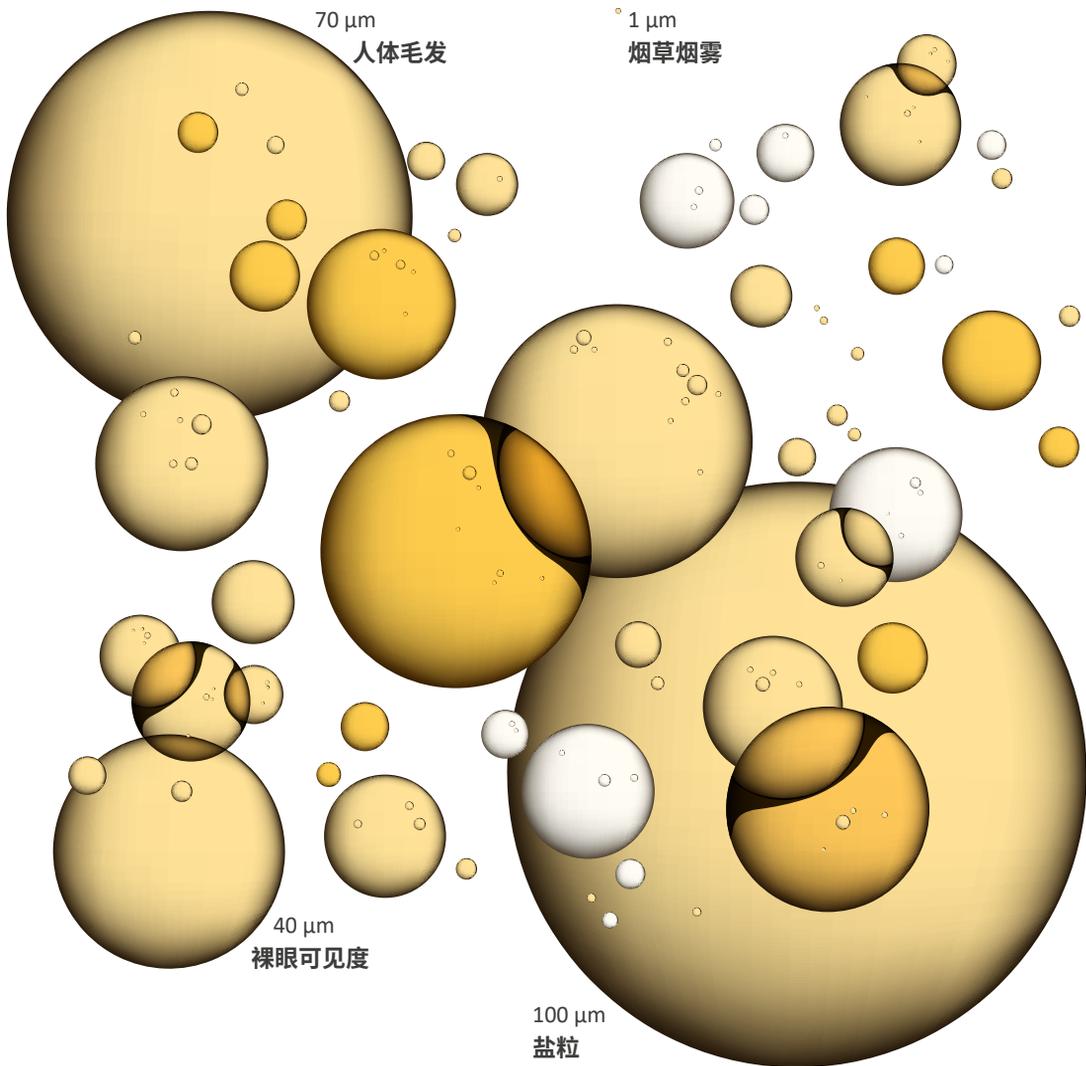




洁净油指南

油维护的重要性



洁净油指南

© 2019 C.C.JENSEN A/S

Ver. 011 | 11.2019

中文版

出版商:

C.C.JENSEN A/S

Svendborg, Denmark

来源:

Noria Corporation Inc.

Lars Arvidsson, "Chemistry in electrical apparatuses"

Västerås PetroleumKemi AB

MP Filtri

C.C.JENSEN A/S, Training & Education Department

C.C.JENSEN A/S, Laboratory

修订和版式:

C.C.JENSEN A/S, Marketing Department

Svendborg, Denmark

印刷:

Tryk Team

Svendborg, Denmark

简介

维护费用在制造厂中是最大的一笔可控支出。所有机器故障中 80% 都与油污染相关, 积极采取一些方法每年可以为各个行业节省可观的成本。

本手册将对油洁净度不足的相关问题、原因和问题修复措施进行讲述。此处的所有信息均为众所周知且被大众接受的。本手册由 C.C.JENSEN A/S 公司员工进行编译和发布。我们诚意邀请您充分利用我们在各种应用类型中积累的, 超过 65 年的油维护经验。完美的油清洁系统会控制所有类型的污染水平。

欲了解更多信息, 请访问 www.cjc.dk。



目录

页 章

3	简介
5	目录
7	1 油污染控制
7	油系统中的磨损
8	颗粒污染
10	水分污染
11	溶解水
11	乳状水
11	游离水分
13	油降解
14	酸污染
15	2 油样采集
15	何处采集油样
16	如何采集油样
19	3 分析报告
19	优秀的油分析报告会
	回答一些关键问题
19	油分析至少应包括
20	分析方法和频率
21	粘度
21	绝对/动态粘度
21	运动粘度
22	颗粒数
22	自动颗粒计数 (ISO 11500)
22	人工颗粒计数 (ISO 4407)
23	ISO 分类表
24	AS / NAS 类别
25	颗粒计数和机器使用寿命评估
26	水分含量
26	卡尔费休
27	酸值和碱值
28	元素分析
28	原子发射光谱法 (AES)
28	电感耦合等离子体 (ICP)
28	转盘电极 (RDE)

页 章

29	分析日志簿
30	清漆测试
30	膜片比色法 (MPC)
30	傅里叶变换红外光谱法 (FTIR)
31	离心测试 (UC)
32	4 油清洁方法
32	过滤器类型
34	玻璃纤维压力过滤器
35	纤维素离线过滤器
36	5 过滤定义
36	标称过滤
36	绝对过滤
36	Beta 值
37	污垢容纳量
37	过滤器中的旁通阀
38	6 安装方法
38	全流量过滤 (在线)
38	离线过滤
40	7 经济
41	8 订购过滤系统
41	离线油品过滤器尺寸确定
42	9 CJC® 油维护系统
43	10 油和油系统的处理
43	容器内的新油
43	系统内的油
44	11 购买油时的建议
44	测试证书和测试采样
44	索赔
45	新油样采集
46	12 附录
47	13 索引

油污染控制

控制油污染的最佳方式是在第一时间阻止污染物进入系统。这就需要确保安装所有机器组件时是洁净的,且在投入运行之前彻底冲洗油系统。另外,油系统应尽可能使用完好的密封件和垫圈,以及包括细颗粒和水分保持(干燥剂和/或囊式通气装置)的优质油罐通气装置进行良好的与环境之间的密封。

油接触任何机器组件之前,最好在润滑室/存储区内,或至少在输送到运行机器之前通过连续过滤对油进行预过滤。

优秀的油污染控制还包括油加满、更换零件、采集油样等维护程序。

油系统中的磨损

用于动力输送、润滑或燃烧的任何用油机器都会受到油状况的影响。油会接触系统内的所有组件,应非常重视 – 就好像血液对人体一样重要。

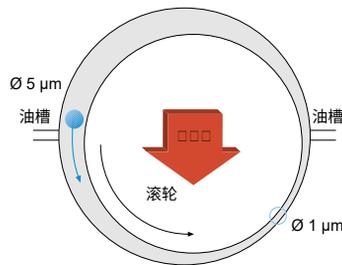


图 1: 润滑轴颈轴承

来源: Västeras PetroleumKemi AB

颗粒污染

固体颗粒是油系统中所有故障的重要原因。最有害的是净尺寸与油系统中移动零件之间的动态公差相似或略大一些的颗粒(第7页上的图1)。油系统中的动态公差非常小。图2表示不同类型组件中的最小公差。

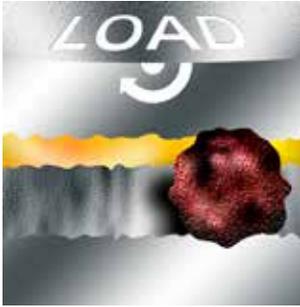
动态油膜	
组件	油膜厚度 (微米, μm)
轴颈轴承、滑动轴承和套筒轴承	0.5-100
液压缸	5-50
引擎, 环/缸	0.3-7
伺服和比例阀	1-3
齿轮泵	0.5-5
柱塞泵	0.5-5
滚动元件轴承/滚珠轴承	0.1-3
齿轮	0.1-1
动态密封件	0.05-0.5

图 2: 动态油膜
来源: Noria Corporation

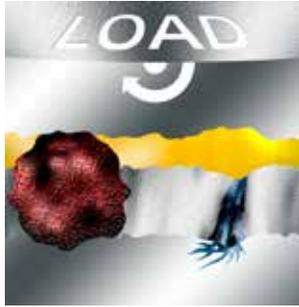
1 μm = 1/1000 mm, 或与烟草烟雾尺寸相同。

当沙尘等很小的摩擦性颗粒进入油系统时, 会与油一起流入重要的机器组件, 并卡在微小间隙中。这样将导致在滚珠轴承等组件的表面产生微小的裂纹。负载和压力循环会使得表面下面的裂纹扩展开来, 导致金属性能下降并释放大片碎片(第9页上的图3)。

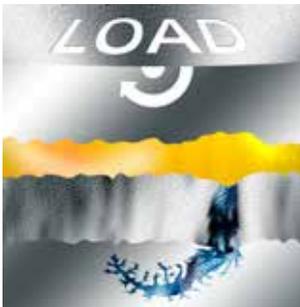
1. 陷入颗粒



2. 发生裂纹



3. 负载和压力裂纹扩展



4. 表面出现问题 + 产生颗粒

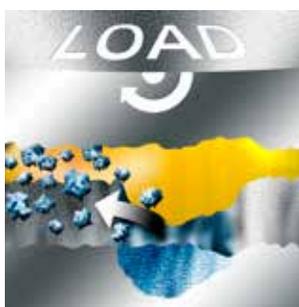


图 3: 疲劳磨损

过多的颗粒会增加油中的添加剂包的压力。如果不控制颗粒污染，洗涤剂和分散剂可能会耗尽。

在微粒污染方面的油清洁方式取决于机器组件的敏感程度，以及故障的代价高低，即更换零件的费用、停机费用、安全责任等。

有关实现所需油洁净度的建议，请参见第 25 页。

水分污染

水分是机械故障的主要原因。在造纸行业等某些水分污染严重的油系统中,水分是故障组件的首要原因。

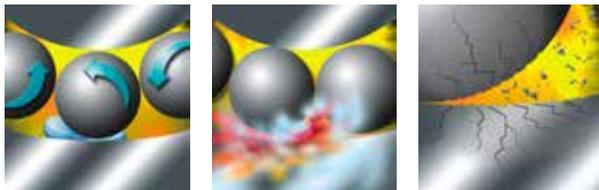
由于粘度降低以及水负载容量较差,水分会降低油的润滑度。当水分处于轴承和齿轮等负载区中的高压下时,水滴会发生坍塌(内爆)。由此产生的微射流会在金属表面产生微点蚀,甚至可能在水蒸气将油暂时推走时导致金属与金属之间的接触。

水中的游离氢离子会使情况进一步恶化,因为它们会进入机器组件中,使钢变脆,容易开裂。

水分还会导致磨损和腐蚀,从而产生点蚀损坏。

另外,水分会充当油降解的催化剂,加快油氧化和形成树脂、油泥和清漆的倾向。

图 4: 气穴现象与点蚀



气穴现象与点蚀

出现在有水且油被压缩的区域;水内爆,导致金属表面出现裂纹,释放更多颗粒。

油中的水分有以下形态：

- **溶解水：**
水分子一个一个地分散在油中；
就好像空气中的湿度。
- **乳状水：**
微观水珠以稳定悬浮的形式分散在油中；
就好像空气中的雾。
- **游离水分：**
水简单地沉淀在油罐/油箱底部；就像雨。

油中水的形态根据基油类型、添加剂、压力和温度的不同而异。当水形态从乳状水变为游离水分时，就说明超过了 **100% 相对湿度 (100% RH)**，即特定的温度和压力下油能容纳的水分（具体取决于油类型，可低至 60% RH）。

矿物液压油在 20°C 时油中水分含量约为 150 ppm 时通常会出现饱和点 (100% RH)。但这种油在 60°C 时最多可以溶解 500 ppm 的水分 – 仍然为 100% 相对湿度。因此 60°C 时 50% RH 可能相当于 250 ppm 左右的水分含量。

其他油类型具有不同的饱和点，SAE 引擎油最高，最多可在溶液中容纳几千 ppm 的水分含量。另外，SAE 引擎油主要会产生乳状水，以及很少的游离水分。

1

油污染控制

即使溶液中的水分也可能导致油和机器组件的损坏,因此应尽一切合理努力将油中水分含量保持在尽可能低的水平。建议在所有机械中,将水分含量保持在 60% 饱和度以下。

去除水分可以延长轴承、泵、阀门、喷射器等组件的使用寿命(参见第 46 页附录中的图 29)。

但不幸的是,很多油分析报告将水分含量非常不准确地标明为“<0.1%”,即小于 1000 ppm。为了了解水分总含量,需要进行卡尔费休滴定测试,请参见第 26 页了解详情。

油中不应存在乳状水或游离水

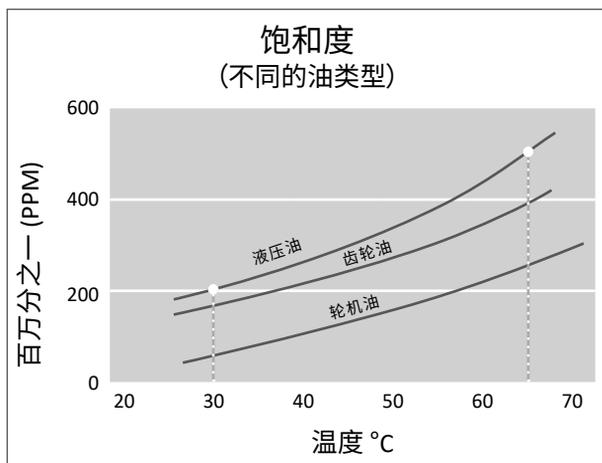


图 5:
不同油类型中的饱和度, 来源: MP Filtri

示例:

液压油 @ 300C = 200 PPM = 100% 饱和度

液压油 @ 650C = 500 PPM = 100% 饱和度

油降解

氧化 油泥 清漆

油降解产物或软性污染物是大多数行业普遍存在的问题。这些是通常称为清漆的沉积物的初级粒子，这种物质会导致液压和润滑油系统中的问题。

当油由于温度升高、水分或铜等化学污染而降解时，油的组分和功能属性会发生变化，导致产生以下产物：

- 油中的酸
- 溶解在热油中的聚合化合物(称为油泥或树脂)
- 清漆在温度较低的机器组件上沉淀出沉积物

清漆产物会在金属表面形成粘性层，很容易堵塞细微的公差，导致方向控制阀等组件发生粘滞。所有尺寸的硬质颗粒都会捕获在该粘性层中，导致类似砂纸的效果，对表面产生摩擦，迅速加快机器磨损。

清漆的进一步后果可能导致油冷却器失效、油通路或在线压力过滤器堵塞、轴承润滑效果较差等。

图 6:
阀门柱塞上的清漆



在特定的油系统中油降解产物是否会导致问题取决于机器组件的敏感度如何。

油泥和清漆可从油中去除 – 请参见第 32 页上的单独章节“油的清洁方法”。

酸污染

油中可能存在油降解副产品、燃气或燃料燃烧、酯基液体水解等酸物质。油中的酸含量应该进行限制,因为酸会导致机器组件的化学腐蚀,缩短油的使用寿命,另外还有很多不希望出现的效果。

酸值也称为 AN 或 TAN,是通过强酸/碱进行滴定测量的,并以中和一克油所需的氢氧化钾毫克数 (mg KOH/g) 给出。参见第 27 页了解详情。

酸值不应提高到比新油高 +0.5 AN 以上,如果发现 +1 AN,则需要立即采取措施(即如果新油为 0.5 AN,则 1.0 AN 为警告值,1.5 AN 为报警值)。

酸可以不同方式进行中和,或从油去除。最明显的是利用油的碱度来中和进来的酸度。在使用较高碱值(BN 或 TBN)的燃气和柴油引擎润滑油中是采用这种方法的。经验法则是,如果 BN 低于新润滑油的 30%,就要更换润滑油。

轮机控制等系统中使用的酯基流体(HFD 流体)水解形成的酸可能导致很多危害。酸值高于新油的二十倍,会导致系统组件的严重酸腐蚀。在此类流体中,可以使用离子交换树脂、富勒土或氧化铝等中和催化剂来降低和保持酸值。C.C.JENSEN 拥有此类离子交换介质来配合使用产品组合中的精细过滤器。

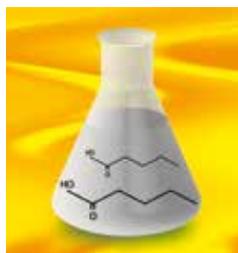


图 7:
具有高 AN/TAN 的油使用寿命很多

油样采集

对于代表性油样：
运行状态下
进行取样
(温度、负载等)

油样采集的目的是将油作为一个消息传递物,来了解机器的运行情况怎样。这可以提醒采取一些积极措施,以尽可能最低的成本实现最高水平的机器性能和可靠性。初始取样用于建立标准,以及识别水平严重的机器。定期取样用于记录是否满足了目标,还可以提供需要解决的异常磨损指示。

分析结果的质量首先取决于正确的油样采集和处理,其次取决于执行分析的实验室的质量。在何处取样以及如何取样相关知识的重要性非常重要,需要特别注意。

何处采集油样

参照图 8,最好从指向上方的管道或带有湍流的弯管取油,以产生具有代表性的样品。位于管道下周长上的取样点可能会使得颗粒在取样阀门中沉积。

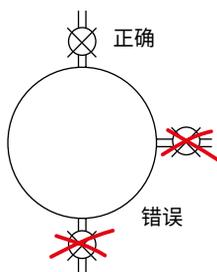


图 8:
带有取样阀的管道截面图

来源:

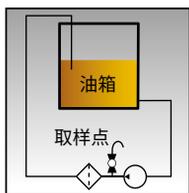
Västeras PetroleumKemi AB

了解机器组件运行情况的最佳取样位置是机器下游,任何过滤以及油返回系统油罐之前。这样将显示机器中产生的任何磨损的未稀释结果。

系统中洁净油的最佳保证是在油系统中污染最严重的部分进行取样 – 系统油罐的底部排放装置。

此底部排放装置通常位于连接离线/肾润滑过滤系统的位置,因此取自泵和离线过滤器外壳之间的满意油分析结果是油和系统洁净的最佳保证。

2 油样采集



如果未安装离线过滤器系统,真空型取样泵是有效选项。这种情况下,应从油罐最底部 10 厘米(4 英寸)的位置取样(参见第 18 页)。

如何采集油样 - 泵和离线过滤器之间

要进行油样采集,需要以下物品:

- 一个经过认证的无颗粒玻璃或硬塑料瓶 (100-200 mL)
- 一块布
- 一个大约四升(一美国加仑)的开口油容器

进行油样采集之前,请仔细阅读以下说明。

油样采集的步骤

确保油系统处于稳定运行状态下

1. 将油容器放在取样阀下方
2. 打开关闭该阀门五次,然后将其保持在打开状态
3. 将一升(一美国夸脱)油排放到容器中,对管道进行冲洗
4. 打开样品瓶,同时将盖一直放在手中,避免发生污染
5. 将该取样瓶放在油流下面,但**不要接触取样阀或排放管**
6. 将取样瓶充满到大约 80%。
7. 取样之后,立即将盖放在取样瓶上。
8. 关闭取样阀。
9. 填写标签,然后将其粘贴在取样瓶上。
10. 将取样瓶包在塑料袋和纸箱容器中,通过包裹或快递发出。

所有油样均须标记编号、取样位置、日期和油类型/品牌
(参见第 17 页上的示例)

步骤 1-3



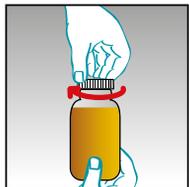
步骤 4



步骤 5-6



步骤 7



步骤 8-10



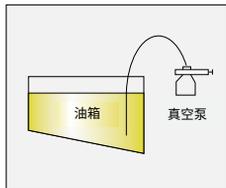
图 9:
泵和离线过滤器之间的油样采集

CIC OIL SAMPLING		Date: 01.07.17
Customer & Site:	COMPANY NAME	
Customer Contact Person:	MR. JENSEN	
Type of Industry:	MARINE	
System Type:	HYDRAULIC UNIT	
Machine Brand:	BRAND NAME	
Sampling Point:	BEFORE OFFLINE FILTER	
Fluid Brand & Type:	OIL NAME	
Sample No.:	1	CIC Sales Responsible: XXX
System/Tank Volume:	2800 L	CIC™ Filter Type: HDU
Fluid Temperature:	50 °C	CIC™ Insert Type: B9 15/25
Fluid Operating Hours:	8000	CIC™ Filter Pressure (bar): 0,5
Note:		

图 10: CIC® 油样采集标签

请记住,
请勿让油样变得
比系统中的油
更好/更洁净,
这样会让情况变得更糟!

2 油样采集



如何采集油样 – 使用真空泵

遵循泵套件附带的说明。
下面的图示为 CJC® 油样采集套件。



油样采集的步骤

1. 从卷轴上切下一块合适的管。**每次都使用新管。**
将管推入泵头中。取样之前,务必使用 2 升油冲洗管
2. 将取样瓶拧到泵头上,安装取样瓶
3. 进行几次泵压,在取样瓶中产生真空,将取样瓶灌满至约 80%
4. 盖上盖子

将塑料管的自由端降低到油罐中心,油罐最低部分上方 10 厘米(4 英寸)处。

请小心不要让管接触容器壁或底部。

将样品管捆扎到杆上可能有助于定位管。另外还建议使用一个安装在油罐底部以上三分之一处的固定皮托管。

密封取样瓶后,确保按照第 17 页上的示例**将所有信息填写到标签上。**

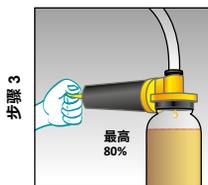
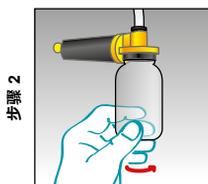
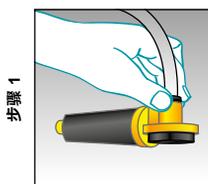


图 11:
使用真空进行油样采集

分析报告

通过查看油分析期间的基油和添加剂包,可以了解油还剩多少“生命周期”。作为一项一般规则,用过油中的添加剂含量必须至少为新油中添加剂含量的 70% (请咨询 Noria Corporation)。因此,务必对每个外来的油桶/批次进行取样以建立基准。这也有助于防止使用有问题的油批次。基于时间或运行小时确定是否换油既昂贵又没必要。基于油状况进行换油是最佳方式 – 此时可以通过油分析来实现。

优秀的油分析报告会回答以下关键问题:

- 油是否适合继续使用? 即,基油属性是否正常以及添加剂是否仍然完好?
- 机器状况怎样? 是否发生了严重磨损情况?
- 污染物是否明显? 密封件、通气装置和过滤器是否有效运行?
- 油降解是否正在加速? 是否即将发生严重的清漆问题?



图 12:
与新油比较性能等级下降的液压油
来源: C.C.JENSEN A/S

油分析至少应包括:

- 粘度
- 颗粒数
- 水分/水含量 (ppm)
- 酸度
- 元素分析 (磨损和添加剂水平)

建议由具有专业润滑剂知识并且非常了解油多用于具体应用的独立实验室执行分析。

3 分析报告

根据应用的不同,其他分析可能也非常重要。在容易发生清漆问题的油系统(如燃气轮机和液压控制系统)中,建议进行清漆可能性测试。

柴油引擎润滑油需要测试燃料稀释、烟灰、碱值(BN)等。不同的应用需要的油分析类型也不同。本手册将主要关注最常执行的五个分析。

分析方法和频率

确立趋势之前,务必拥有一个新鲜油的基准油样。此油样将用作以后比较的参比,如验证添加剂包是否完好。

在状况监控系统的实施阶段,必须频繁进行分析,至少三个月一次,但最好一个月一次,以确立一个趋势。一个有用的趋势由在相同运行条件下取自同一个油系统的至少五个渐进油样组成。

每个油系统均应有一个日志,用于记录分析结果。日志簿还必须包含油类型、换油、停机、目标 ISO 洁净度规定和油分析结果等相关信息。

粘度

粘度是润滑剂一个最重要的属性。它会在负载、旋转和其他应力因素下导致机器表面分离。在任一方向即使只有 15% 的粘度变化,都会导致故障和严重的机器磨损。

粘度在 40°C 下执行测量,除非有其他要求。引擎润滑油通常在 100°C 下进行测试。因为粘度会随温度而发生变化,所以总是应该报告测量粘度的温度。

绝对/动态粘度 (cP) 是轴状物在流体容器中的油中搅拌(加热至 40°C 或 100°C)时测量的阻力。绝对/动态粘度 cP 在所选择的速度和温度之后 5 分钟出现。

运动粘度 (cSt) 计算方法为:油密度除以动态粘度。动态粘度还可使用“U 形”校准玻璃试管 – 即粘度计进行测量。

请注意,根据 DIN 51519,粘度可能存在 10% 的偏差;即 ISO VG 320 可能处于范围 288-352 cSt。

对于粘度指数,将在 40°C 和 100°C 下的运动粘度绘制到液体石油产品的 ASTM 标准粘度/温度图中 (ASTM D 341)。

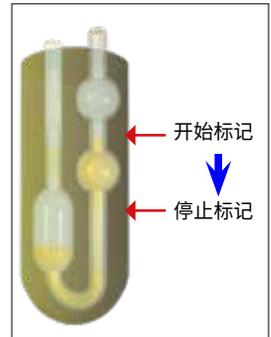
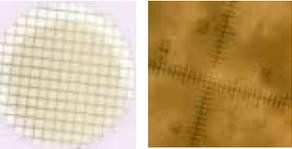


图 13:
粘度计测量运动粘度 (cSt)



图 14:
测试动态粘度 (cP) 的设备

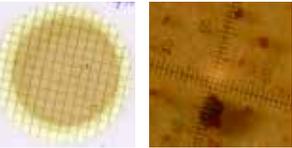
颗粒数



ISO 11/10/6

因为油的颗粒污染是机器发生停机的主要原因之一，所以务必测量硬质污染物的含量。用于规定固体颗粒污染水平的 ISO 4406/2017 方法是一种分类系统，会将特定的接力数转换为 ISO 等级。它不是测试方法。

最常用于计算颗粒数的测试方法为：

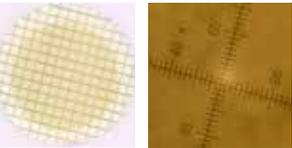


ISO 18/17/15

自动颗粒技术 (根据 ISO 11500)

液体油样的污染水平使用消光原理，由自动颗粒计数确定。

自动颗粒计数器： ≥ 4 、 ≥ 6 和 $\geq 14 \mu\text{m}$
(某些类型具有更大微米数尺寸)

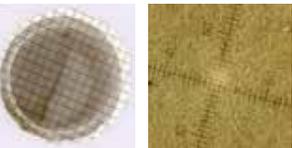


ISO 13/12/7

人工颗粒技术 (根据 ISO 4407)

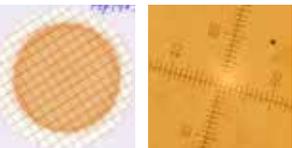
使用薄膜 (孔径最大 1,5 微米) 和光学显微镜进行颗粒人工计数。

使用人工计数的颗粒尺寸： ≥ 2 、 ≥ 5 和 $\geq 15 \mu\text{m}$



ISO 20/18/13

根据 ISO 4407, 在 5 和 $15 \mu\text{m}$ 处进行计数相当于根据 ISO 11171 使用校准的自动颗粒计数器时的 6 和 $14 \mu\text{m}$ 。



ISO 15/13/8



ISO 24/23/20

图 15：
各种污染水平的测试
薄膜和显微镜照片

ISO 分类表

取自新散装油的典型油样在每 100 mL 油中包含：

450,000 个颗粒 ≥ 4 微米
 120,000 个颗粒 ≥ 6 微米
 14,000 个颗粒 ≥ 14 微米

在 ISO 分类表(右侧)中, 油样的污染类别为 19/17/14。

某些实验室提供每毫升中的颗粒数, 而不是每 100 毫升中的颗粒数(大多数为美国实验室)。

注意: ISO 类别是一种对数标度; 即, 颗粒数加倍会增加一个 ISO 类别。

每 100 ml 流体中的颗粒数, 前面为其尺寸范围		
从	到	ISO 类别
8,000,000	16,000,000	24
4,000,000	8,000,000	23
2,000,000	4,000,000	22
1,000,000	2,000,000	21
500,000	1,000,000	20
250,000	500,000	19
130,000	250,000	18
64,000	130,000	17
32,000	64,000	16
16,000	32,000	15
8,000	16,000	14
4,000	8,000	13
2,000	4,000	12
1,000	2,000	11
500	1,000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6

图 16: 根据 ISO 4406/2017 标准划分的污染类别

AS / NAS 类别

美国标准 NAS 1638 于 2001 年更改为 AS4059 (发行版 E)，这被视为一项重大发展，因为它以累积计数 ($>X \mu\text{m}$) 而不是间隔模式 ($X-Y \mu\text{m}$) 来表示数据，并且引入了洁净类别 (类别 000)，将尺寸范围扩展到了更小尺寸 ($>4 \mu\text{m}$)，提高了灵敏度。

ISO 与 AS/NAS 之间的比较关联表

尺寸	最大污染限值 (颗粒数/100 ml)				
	$>1 \mu\text{m}$	$>5 \mu\text{m}$	$>15 \mu\text{m}$	$>25 \mu\text{m}$	$>50 \mu\text{m}$
ISO 4402 *	$>1 \mu\text{m}$	$>5 \mu\text{m}$	$>15 \mu\text{m}$	$>25 \mu\text{m}$	$>50 \mu\text{m}$
ISO 11171 **	$>4 \mu\text{m}(c)$	$>6 \mu\text{m}(c)$	$>14 \mu\text{m}(c)$	$>21 \mu\text{m}(c)$	$>38 \mu\text{m}(c)$
尺寸代码	A	B	C	D	E
类别 000	195	76	14	3	1
类别 00	390	152	27	5	1
类别 0	780	304	54	10	2
类别 1	1,560	609	109	20	4
类别 2	3,120	1,220	217	39	7
类别 3	6,520	2,430	432	76	13
类别 4	12,500	4,860	864	152	26
类别 5	25,000	9,730	1,730	306	53
类别 6	50,000	19,500	3,460	612	106
类别 7	100,000	38,900	6,920	1,220	212
类别 8	200,000	77,900	13,900	2,450	424
类别 9	400,000	156,000	27,700	4,900	848
类别 10	800,000	311,000	55,400	9,800	1,700
类别 11	1,600,000	623,000	111,000	19,600	3,390
类别 12	3,200,000	1,250,000	222,000	39,200	6,780

* ISO 4402 或光学显微镜。
基于最长尺寸的颗粒尺寸

** ISO 11171 或电子显微镜。
基于投射面积对等直径的颗粒尺寸

图 17: AS4059 洁净度代码系统与 ISO 的比较

颗粒计数和机器使用寿命评估

第 46 页的图 28 是生命扩展表。该表描述了油洁净度提高时预期的使用寿命延长。每个象限表示一种机器类型：

- 左上象限为液压组件和柴油引擎
- 右上象限为滚轴元件轴承
- 左下象限为采用轴颈轴承的机器，如轮机和涡轮机
- 右下象限为其他象限不包括的齿轮箱和其他组件

例如，如果齿轮箱内的当前油洁净度为 ISO 22/20/17，将油清洁到 ISO 洁净度代码 16/14/11，则预期**齿轮使用寿命可能延长 2.5 倍**。对于每个充油系统，应该规定洁净度目标。这是以最低成本确保可靠性的基本要求。

图 18 显示了油和燃料系统中的推荐 ISO 洁净度水平。新油的典型颗粒污染度为 ISO 19/17/14。

ISO 代码	NAS 1638	描述	适用于	污垢/年
ISO 14/12/10	NAS 3	非常洁净油	所有油系统	7.5 kg *
ISO 16/14/11	NAS 5	洁净油	伺服和高压液压系统	17 kg *
ISO 17/15/12	NAS 6	轻污染油	标准液压和润滑油系统	36 kg *
ISO 19/17/14	NAS 8	新油	中低压系统	144 kg *
ISO 22/20/17	NAS 11	污染严重油	不适用于油系统	> 589 kg *

图 18: 油和燃料系统的污染指南

*) 油流量为 200 升/分钟，每天 18 小时，每年 340 个工作日时每年通过泵的污垢数量。

水分含量

大多数实验室首先会进行一个水分过滤测试,称为**裂纹测试**。此时,会在高温板(160°C)上涂抹一滴测试润滑剂。油中的水分将蒸发,导致其产生裂纹。此测试主要是油中水分的指示,如果没有裂纹迹象通常表示测试油中的水分含量小于0.1% (1000 ppm)。如果裂纹测试显示水分迹象,则需要更为准确的测试方法。

卡尔费休 (KF) 滴定能够准确测定油中 10 ppm 以下的水分含量 (ASTM D 6304), 该滴定方法基于卡尔费休试剂内碘与水之间的反应。碘在阳极电解产生, 并与油样中的水发生反应。只要存在水分就会消耗碘, 过量碘表示滴定终点。基于此原理, 可以直接通过电解所需的电量来测定水分。

通过 KF 进行的水分测定可能为容量法或库伦法, 直接或间接法。结果以 ppm 为单位提供。

对于添加剂含量较高的油, 不建议使用直接 KF 滴定, 因为可能存在于 KF 试剂的副反应, 因此提供水分含量偏高的错误指示。

间接或烘箱 KF 法通过在加热的油样中穿过一个干燥空气流来运行。释放的水分从烘炉转移到滴定室。



图 19:
用于间接卡尔费休方法的设备

酸值和碱值

酸值 (AN/TAN) 是工业润滑剂中酸度水平的测量值;如液压油和齿轮油。根据 ASTM D 664, AN 通过滴定测定,并以中和一克油所需的氢氧化钾 (KOH) 毫克数给出。结果单位为 mg KOH/g。

AN 提高通常表示油发生降解(清漆)。在新鲜油中,如硫磺这样的某些添加剂具有较高的初始 AN 水平;如 1 mg KOH/g。因此,务必了解新鲜油基准来监控用过油中的 AN 提高。

一般规则:

警告:新油 AN + 0,5 mg KOH/g

临界:新油 AN + 1,0 mg KOH/g

对于引擎润滑油,则测量**碱值 (BN/TBN)**,因为此类油中含有用于中和燃烧过程副产品酸的添加剂(洗涤剂/分散剂包);如硫酸。

监控 BN 可确保酸中和添加剂的含量可以接受。使用氢氧化钾进行的滴定结果以 mg KOH/g 为单位给出。

一般规则:

警告:新油 BN 减去 50%

临界:新油 BN 减去 70%



图 20:
测试酸的设备

元素分析

原子发射光谱法 (AES) 用于测定润滑剂中添加剂元素、磨损金属和污染的水平。该趋势最重要, 因此务必拥有一个显示新油中添加剂包的基准。

其工作原理:

对油样进行过热加热会将油及其元素转变为发射原子光的“灯泡”。对该光进行分析可了解存在哪些波长以及其光度如何。波长与具体元素相对应(如铁), 光度则定义浓度(以 ppm 给出)。特定元素/金属的浓度是油中极细颗粒和化学溶解金属的总和。

使用两种标准方法:



图 21:
ICP 示意图。
来源:
Noria Corp

电感耦合等离子体 (ICP, 符合 ASTM D 5185)。

在这种方法中, 将对油样进行中和以形成溶胶。当溶胶到达等离子体时, 液滴非常小, 通常为 3-5 微米。因此, 大于 5 微米的磨损颗粒无法通过此方法进行检测。

转盘电极 (RDE, 符合 ASTM D 6595)。

在此仪器中, 将使用电极和旋转碳素盘之间的一个高压放电装置对油进行蒸发和激发。RDE 将对最大大约 10 微米的元素进行检测和定量分析。

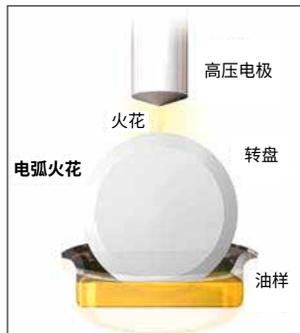


图 22:
RDE 示意图, 来源: Noria Corp

AES 是一种最常用的油分析,但因为油样需要完全蒸发,所以几乎无法检测大于 5-10 微米的颗粒。来自大负载齿轮(摩擦磨损)的磨损碎片无法检测,除非执行某些其他测试。更大的磨损颗粒可以通过颗粒计数、铁密度或油中磁性指示仪等方式进行监控。

分析日志簿

包括新油基准、警告和临界水平的液压油分析示例

油分析日志簿			
参数	基准	警告	临界
颗粒数 ISO 4406	15/13/10 (经过预过滤)	17/15/12	19/17/15
粘度 (cSt)	32	低 29 高 35	低 25 高 38
酸值 (AN, mg KOH/g)	0.5	1.0-1.5	高于 1.5
水分 (KF, ppm)	100	200-300	高于 300
元素 (ppm) 铁	7	10-15	高于 15
铝	2	20-30	高于 30
硅	5	10-15	高于 15
Cu	5	30-40	高于 40
P	300	220	150 及以下
锌	200	150	100 及以下
氧化 (FTIR)	1	5	高于 10
铁密度 (PQ, WPC, DR)	-	15	高于 20

图 23:
分析日志簿
示例



清漆测试

很多分析类型都可以表明油的降解 – 例如, 酸值 (AN) 和粘度增加 – 但我们 C.C.JENSEN 发现下面的内容会提供非常详细的清漆问题描述:

1. 膜片比色法测试 (ASTM D 7843 中的 MPC) 可以通过白色纤维素片 (微孔尺寸 0.45 微米) 的变色来显示油中存在油泥/树脂/清漆。这表示油中还溶解了油降解产物, 可能也可能不会导致机器组件上的清漆 (具体取决于油温)。薄膜上沉积物的颜色通过分光光度计测量。颜色越深, 数字越高 (最高通常为 100), 油越容易形成清漆沉淀物。

测试 MPC 是针对轮机油开发的, 不建议用于高颗粒污染油, 因为任何颗粒都会影响薄膜的颜色, 因此影响最终颜色, 尽管这可能不是清漆。

2. 傅里叶变换红外光谱法 (FTIR, 符合 ASTM E 2412) FTIR 光谱是通过在红外光穿过油样时测量 4000-500 cm^{-1} 面积内的红外吸光度来产生的。这是一种性价比极高的分析方法, 可以检测油降解/清漆以及其他污染物, 如乙二醇、燃料、烟灰、错误油类型等。

醛、酮和羧酸等油降解产物都含有碳氧双键 (羰基)。这些羰基会吸收红外光谱中 1740 cm^{-1} 区内的红外光。当降解增加时, 此区内的吸收波峰将升高。此时将看到油类型、添加剂、降解类型等因素之间的差异。基油的高温分离在 1740 cm^{-1} 处并不显著; 而会在 1640-1600 cm^{-1} 处看到波峰 (硝化波峰)。

与大多数其他分析一样, FTIR 在监控趋势的情况下最有价值。

3. 超离心测试 (UC) 使用离心力类分离油泥和清漆初级粒子, 将其赶到测试试管的底部。然后将累积材料的密度/尺寸与一个可视沉积物分级度量进行比较, 并给出 1-8 的数字 (8 表示情况最差)。

UC 测试显示油中的实际清漆和可溶解污染物。此测试中看到的任何油降解都将导致清漆沉积在系统组件上。UC 测试不推荐用于颗粒污染严重的油, 因为它会掩盖结果, 也不推荐用于酯或乙二醇基流体, 因为在 UC 测试中比重的影响较大。UC 和 MPC 测试是非常有用的工具, 可触发安装过滤器或换油等措施。

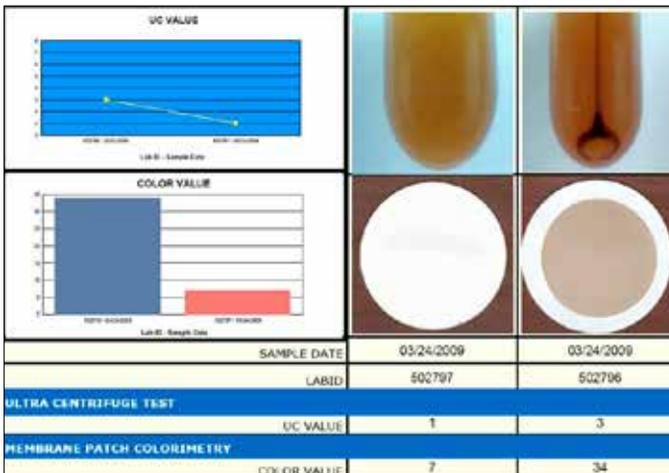


图 24: UC 分析和 MPC 测试结果

油清洁方法

油清洁方法有若干种：

方法	清洁措施
纤维素离线过滤器	减少固体颗粒、水分和油降解产物含量。可以添加离子交换介质以降低酸度
玻璃纤维压力过滤器	减少固体颗粒含量
静电过滤器	减少固体颗粒、水分和油降解产物含量
离心分离器	使用大于油或水的密度减少固体颗粒含量
真空过滤器	降低气泡和水分含量

图 25: 油清洁方法

所有上述技术均通过商业方式提供。然而，由于其卓越的效率和经济性，通常首选玻璃纤维过滤器和纤维素离线过滤器。这两种油过滤技术在恒定条件下运行最佳，即流量和压力稳定。

纤维素深度过滤器通常放在一个单独的离线回路中，也称为肾循环过滤，在此类稳定的条件下，它会保留住油中的大部分污染物。玻璃纤维压力过滤器可以安装在油冷却回路中，或在油系统上游安装为一个全流量“最后”过滤器。

过滤器类型

捕获和保留细颗粒以及水分和清漆的最佳方式是安装离线过滤器。离线过滤器应连续运行，每天多次循环系统中的油量。对于低压力 and 低流速，可以选择具有极细过滤的高密度过滤介质 (< 3 微米过滤)。

纤维素离线过滤器就好像油穿过若干层纤维素的一个迷宫。最大颗粒将保留在滤芯表面上，而更小颗粒则进入滤芯并保留在过滤材料内部，因此确保了较高的污垢容纳量。这种类型的过滤器还可以安装在旁路中，限制系统泵的压力。使用纤维素离线过滤器还可以通过吸收或合并去除油中的水分，以及油泥/清漆等油降解产物。

通过油中的洗涤/分散添加剂，可以去除油系统中的清漆，但需要保证洁净油中没有颗粒、水分和油泥，然后才能使用添加剂来执行清漆清洁作业。因为油泥和清漆通常会从 10 - 40°C (50 - 100°F) 的低温油中沉淀出来，所以通过在离线过滤回路中对油进行冷却，再结合使用纤维素深度过滤器效果非常好。

CJC® 离线油过滤器通过过滤介质的极性吸引去除油泥和清漆等油降解产物。吸附和吸收的组合作用将油降解产物填充到每根纤维素纤维，直到滤芯完全饱和。CJC® 滤芯最多可保持 4 千克 (8 磅) 的清漆，具体取决于类型。

传统在线压力过滤器通常为玻璃纤维型过滤器，因为它们需要在高压和高流量条件下运行，同时限制很少。为了增加表面积和减小压降，会对滤芯进行折皱。

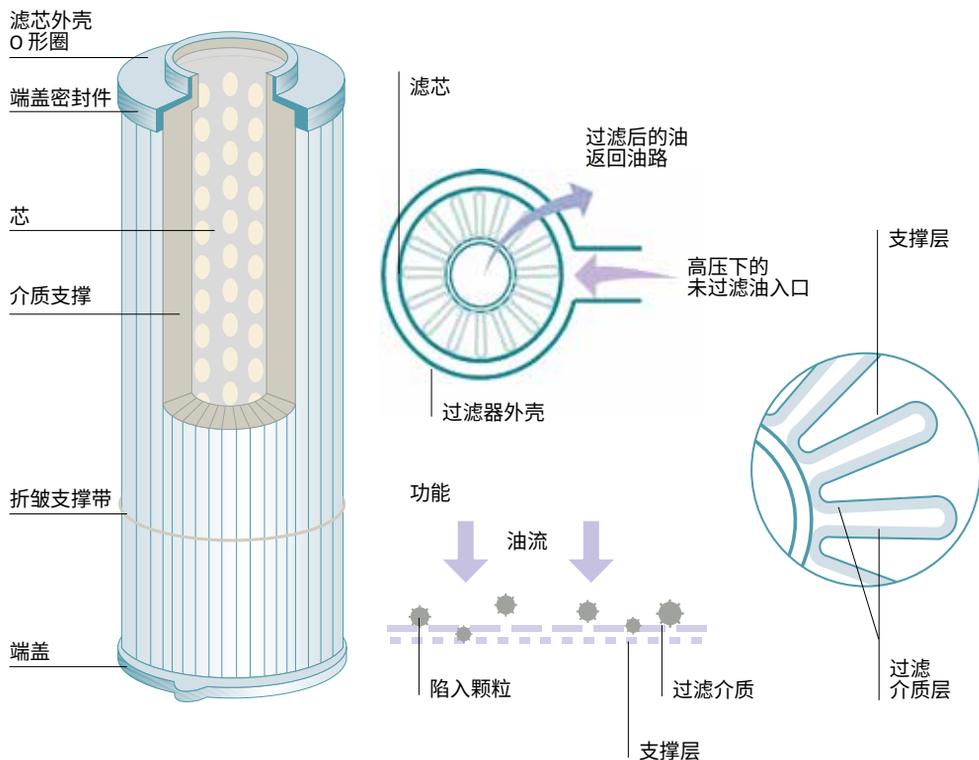
因为它们安装在主系统泵之后，所以在非常不利于任何过滤器的循环流量以及多次停止启动的条件下，通常会非常耐用。因此捕获和保留细粉颗粒是非常困难的，这也是为什么这些在线过滤器的额定值为 10 - 30 微米的原因。然而，当过滤器受到停止/启动时的压力冲击时，很多已经捕获的颗粒会再次释放。玻璃纤维压力过滤器只能去除固体颗粒 - 由于其相对较小的过滤器深度和体积，它的污垢容纳量有限。

参见第 34-35 页上的图示。

现代油系统通常会组合两个清洁系统，其中离线过滤器去除污染，在线压力过滤器则作为重要组件之前的安全或“最后”过滤器。

4 油清洁方法

玻璃纤维压力过滤器

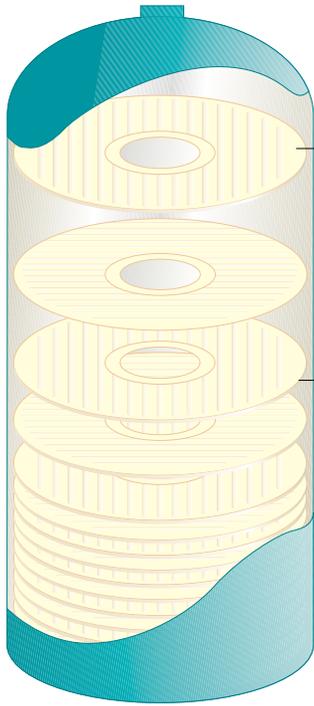


压力过滤器的污垢容纳量有限，通常在 1 到 100 克之间，因此要以较短的间隔更换滤芯才能确保有效过滤。

在线压力过滤器上的典型过滤额定值为 5 - 50 微米。

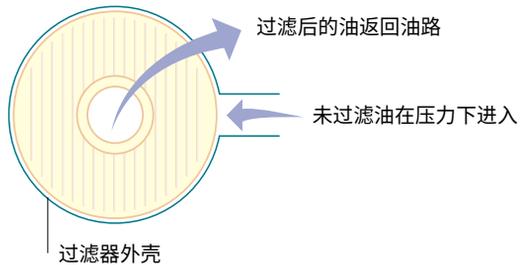
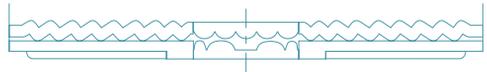
传统的玻璃纤维在线压力过滤器无法吸收水分，也无法保持住油泥和清漆等油降解产物。

纤维素离线过滤器



滤芯

由互相成 90° 角且粘接在一起的波纹木纤维素圆盘制成。这样就提供了一系列互相连接的表面,且具有南北东西方向延伸的波纹。

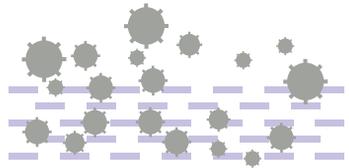


CJC® 离线油过滤器具有较大的污垢容量, 大约为 4 升固体, 最高 2 升水和 4 升油降解产物(清漆)。CJC® 离线油过滤器通常仅需每 12 个月更换一次。

CJC® 离线油过滤器可以有效过滤低至 3 μm 的绝对尺寸, 去除油中的油降解产物(氧化产物、树脂、油泥和清漆), 持续清洁机器组件和整个油系统。

功能

颗粒通过过滤器
迷宫, 直到被卡住



5 过滤定义

过滤定义

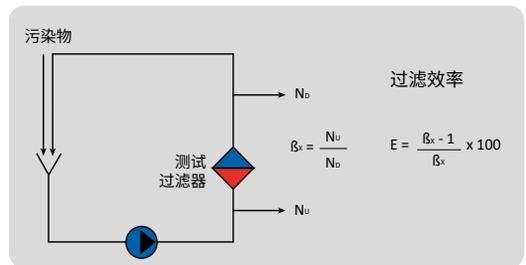
标称过滤额定值为估计值，表示过滤器声明可以去除某个特定百分比的颗粒尺寸范围。此值没有标准，因此无法对不同的产品/品牌进行比较。运行压力和污染物浓度会影响标称额定值过滤器的保留效率。

绝对过滤额定值描述孔尺寸，表示颗粒可以通过过滤器的最大尺寸。过滤器需应用于要用于过滤用途的标准测试方法。纤维素离线过滤器的额定值通常为 3 μm 绝对值或以下。玻璃纤维压力过滤器的额定值根据要保护系统组件的要求而异。

Beta 值描述特定颗粒尺寸下的过滤器效率。该值写为 β_x ，其中“x”表示所讨论的颗粒尺寸， β (“beta”) 为效率，如 $\beta_3 = 200$ 表示尺寸为 3 微米的颗粒中有 200 分之一会通过过滤器（在一遍过滤中，0.5% 通过，99.5% 得以保留）。为了找到 Beta 值，要使用一个标准化“多遍测试 ISO 16889”，Beta 值使用以下公式计算。

$$\beta_x = \frac{\text{上游颗粒数} > x (N_U)}{\text{下游颗粒数} > x (N_D)}$$

这种多遍测试在受控实验室条件下进行，不考虑在线压力过滤器在大多数油系统中面临的一些挑战，如气泡、振动、启停导致的压力脉冲等。



污垢容纳量指的是达到饱和压力时滤芯保留的污染量。这是通过重量或体积测量的。滤芯能够保留多少油污对于一段时间内的运行成本来讲具有最高重要性。

大多数传统折皱式压力过滤器滤芯的污垢保留量可能都不到几百克 (<0.2 磅)，可能更换成本不高。然而，如果计算去除 1 千克或 1 磅油污的成本，这些传统压力过滤器滤芯的成本就会突然显得非常高。

一个优质的纤维素离线过滤器滤芯最多可保留几千克/磅的污垢，所以尽管购买价格稍高一些，但去除一千克或一磅油污的计算成本比折皱式压力过滤器滤芯要低得多，因此生命周期成本更低。

去除 1 千克或 1 磅污垢的成本

滤芯成本 / 污垢容纳量, kg 或 lbs = 去除 1 kg 或 lb 污垢的成本

	示例 1	示例 2
过滤器型号	玻璃纤维压力过滤器滤芯	纤维素离线过滤器滤芯
滤芯成本	€ 35 / \$ 50	€ 200 / \$ 300
污垢容纳量	0.085 kg / 0.18 lbs	4 kg / 8 lbs
去除每 kg/lb 污垢的成本	€ 412 / \$ 278	€ 50 / \$ 40

过滤器中的旁通阀是一种安全设备，用于在过滤器压降过高时降低压力。该阀门会旁通全流量过滤器，即油流量完全或部分旁通 – 而不是通过过滤器，因此消除了过滤功能。泄漏旁通阀对过滤效率值具有毁灭性的效果。

(图 27)



图 27: 旁通阀

6 安装方法

安装方法

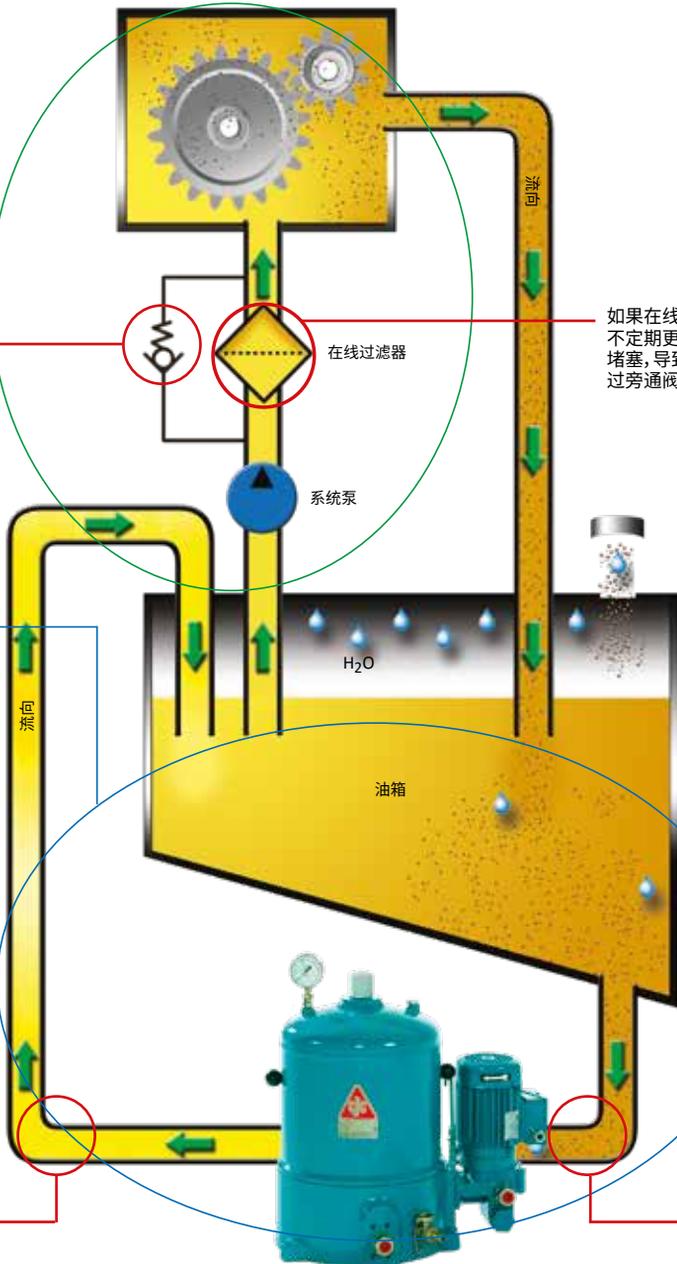
全流量过滤(在线)

系统总流量通过过滤器。
此时仅适用压力过滤器滤芯。

离线过滤

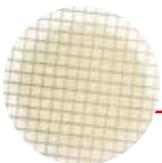
过滤装置在单独的肾循环回路中运行的一种安装方法，
可以使用密度较大的滤芯。

当旁通阀在打开之后无法完全关闭时，则污染物会通过过滤器。



如果在线过滤器不定期更换，则会堵塞，导致颗粒通过旁通阀。

微孔滤膜。离线过滤之后采集的油样。



污染的微孔滤膜。离线过滤之前采集的油样。



CIC™ 离线油过滤器

经济

投资一个过滤系统之前, 可以进行成本优势研究。所涉及成本可以分为两组:

- **采购成本:**与购买过滤系统直接相关的成本, 即购买价格和安装成本。
- **运行成本:**保持过滤系统装置运行的成本, 即滤芯更换、能耗和维修。

采购成本 + 运行成本 = 总投资

总投资必须低于通过洁净油实现的节省。

- **节省:**维护成本降低, 损失生产小时最大程度减少, 延长服务间隔, 延长油使用寿命, 延长组件使用寿命等。

在大多数应用中, CJC® 离线油过滤器的**回报期或投资回报**通常为几周几个月, 但很少超过一年。

在停机时间成本非常高的行业, 如炼钢行业, 投资回报期可能仅为几小时。这就意味着, 如果改善了油状况, 则仅仅是 3 小时的延长生产时间, 过滤系统就有了回报。

因为过滤器解决方案的运行成本也对总投资具有影响, 所以务必了解过滤器能够保留多少油污染 – 即所谓的污垢容纳量。

大多数传统压力过滤器的污垢保留量可能都不到几百克 (小于 0.2 磅), 因此与优质的纤维素离线过滤器相比需要更频繁更换, 而后者能够保留几千克或几磅的污垢。

从油中去除 1 千克 (或磅) 污垢的成本是一个很好的系数, 可用于对不同过滤器品牌进行比较, 帮助发现最低拥有总成本 (总投资)。

参见第 37 页上去除 1 磅污垢成本的计算。

订购过滤系统

在任何供应商的过滤系统报价单中,均应包括以下信息:

- 最低 5 年期间过滤器的运行成本(功率,滤芯,备件等)
- 可实现的流体系统洁净度(如 ISO 17/15/12 和 200 ppm 水分)
- 确认已达到洁净度的控制措施(如油样)

离线油品过滤器尺寸确定

确定离线油过滤器尺寸时,应指定油系统的以下基本信息:

- 系统中的油量(油罐体积)
- 油类型(ISO VG)
- 油温:正常运行和最低温度(环境)
- 油污染问题
 - 颗粒
 - 油降解产物,油泥和清漆
 - 水分(进入或累积)
- 应用类型(室内/洁净,室外/多尘,严重侵入等)
- 每天的机器运行小时数
- 可用电源

此信息将帮助您对当地分销商针对您的油系统确定正确的 CJC® 油过滤器尺寸。

除了机器、油桶或散装有关中有的连续过滤之外,CJC® 离线油过滤器还可用于填充和加注油,从而确保只有洁净油进入系统。

CJC® 油维护系统



CJC® 精细过滤器

- 水分含量较少的干燥油 (随时间而累积)
- 液压、润滑和齿轮油 – 也可以是 EAL、二醇或酯基流体
- 保留颗粒和清漆
- 通过吸收去除水分 (游离水分、乳状水和某些溶解水)
- 利用例子交换滤芯降低酸度



CJC® 滤油除水器

- 水污染的油和柴油
- 液压、润滑和齿轮油 – 最高 ISO VG 150
- 保留颗粒和清漆
- 游离水分通过分离去除 (聚集)
- 适用于反乳化性较好的油 (非引擎油, 酯基流体等)



CJC® 解吸塔

- 水分污染油 – 甚至具有强乳化
- 液压、润滑和齿轮油 – 最高 ISO VG 1000 (取决于解吸塔类型)
- 去除游离水分、乳状水和溶解水
- 适用于大多数油, 甚至引擎油、EAL 等

CJC® 解吸塔不保留颗粒和清漆, 因此推荐单独的 CJC® 精细过滤器。



CJC® 清漆去除装置

- 水分含量较少的干燥油
- 非常高效地保留清漆
- 适用于清漆产物严重的系统, 如燃气轮机

油和油系统的处理

容器内的新油

- 在分析油样之前,应将新油视为污染油
- 含有非应用需要的添加剂的油要视为污染油
- 新油总是应该通过过滤器引入到系统中,最好为 3 μm 绝对过滤器
- 请勿在未事先研究兼容性的情况下混合多种油
- 将润滑产品保存在密闭容器中,避免污染物进入

系统内的油

- 运行期间定期观察油,以便发现任何突然出现的水分、空气或其他污染物。使用新鲜油作为参比可能有用
- 机器故障或发生可能影响油的其他事故后检查油
- 取样期间务必确保最大洁净度和准确度
- 系统应尽可能多地进行密封。所有永久性开口应配备通风过滤器(首选干燥剂通风装置)。所有系统均应配备永久性过滤装置
- 换油时,油罐和系统应完全清空,应对油罐进行沉淀物、油泥等的手动清洁(安装 CJC® 离线油过滤器可以避免此手动操作)
- 更换密封件时,仅应使用耐油性材料。应检查与油的兼容性
- 切勿在未咨询油供应商/顾问的情况下采用新添加剂。索要进行测量的书面确认
- 务必使用优质控制措施和可重复性的独立分析资源

购买油时的建议

购买散装油时,买家有权设定具体的认证要求来确保质量。下面是一些优质油,尤其是油洁净度要求和测试示例。

测试证书和测试采样

批次油测试结果应提供给买家。应在充注第一批油期间进行取样。油样应标记货物商标、批号和规模。应由独立实验室进行油分析,分析应包括本手册油分析部分描述的数据。

索赔

如果提供的油不满足要求,则可以考虑退货。如果问题可以修正,则必须对新油样进行认证。供应商必须支付所有成本,包括机械故障和停机时间。

新油样采集

必须从每个制造批次进行油样采集。分析的油样必须为制造批次的代表性油样。必须向买家提供至少五年的测试记录。

分析证书必须与订购油一起供货, 并且至少包括以下项目:

- 肉眼检查
- 40 °C 时的粘度
- 密度
- 成品总酸值
- 气泡分离时间
- 污染物, 重量法或 ISO 洁净度代码

对于风机油, 可以包括 50°C 下的发泡。

油必须通过油罐车、环氧漆桶或 20 升油罐进行交货。买件必须在每种情况下均指明容器类型。容器必须为一级质量, 且为油贸易中通常使用的类型。容器必须标记买家的交易说明、供应商交易名称、净含量和连续的生产批号。

附录

寿命延长表 – 洁净度, ISO 代码																				
	21/19/16		20/18/15		19/17/14		18/16/13		17/15/12		16/14/11		15/13/10		14/12/9		13/11/8		12/10/7	
24/22/19	2	1.6	3	2	4	2.5	6	3	7	3.5	8	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	>10
	1.8	1.3	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5.5	3.5	7	4	8	5	10	5.5	>10	8.5
23/21/18	1.5	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	7	>10	10
	1.5	1.3	1.8	1.4	2.2	1.6	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	7	4	9	5.5	10	8
22/20/17	1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	5	>10	7	>10	9
	1.2	1.05	1.5	1.3	1.8	1.4	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3	6	4	8	5.5	10	7
21/19/16			1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	6	>10	8
			1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.2	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3.5	7	4.5	9	6
20/18/15					1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4.6	>10	6
					1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5.5	3.7	8	5
19/17/14							1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	6	3	8	5
							1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	4	2.5	6	3.5
18/16/13									1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	3.5	6	4
									1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.8	3.7	3	4.5	3.5
17/15/12											1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5
											1.2	1.1	1.5	1.4	1.8	1.5	2.3	1.8	3	2.2
16/14/11													1.3	1.3	1.6	1.6	2	1.8	3	2
													1.3	1.2	1.6	1.4	1.9	1.5	2.3	1.8
15/13/10															1.4	1.2	1.8	1.5	2.5	1.8
															1.2	1.1	1.6	1.3	2	1.6

图 28: 寿命延长表, 洁净度 – 参见第 25 页上的示例

来源: Noria Corp.

LEM – 水分含量									
当前水分含量, ppm	寿命延长系数								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50,000	12,500	6,500	4,500	3,125	2,500	2,000	1,500	1,000	782
25,000	6,250	3,250	2,250	1,563	1,250	1,000	750	500	391
10,000	2,500	1,300	900	625	500	400	300	200	156
5,000	1,250	650	450	313	250	200	150	100	78
2,500	625	325	225	156	125	100	75	50	39
1,000	250	130	90	63	50	40	30	20	16
500	125	65	45	31	25	20	15	10	8
260	63	33	23	16	13	10	8	5	4
100	25	13	9	6	5	4	3	2	2

1% 水分含量 = 10,000 ppm。 | 使用矿物油机械系统的估计寿命延长

示例: 如果将平均流体水分含量从 2,500 ppm 降低到 156 ppm, 机器寿命 (MTBF) 会延长 **5** 倍

图 29: 寿命延长表, 水分含量

来源: Noria Corp.

索引

AS / NAS 类别.....	24	粘度.....	21
Beta 值.....	36	油漆.....	13
CJC® 油维护系统.....	42	油漆测试.....	30
ISO 分类表.....	23	全流量过滤 (在线).....	38
NAS 类别.....	24	人工颗粒计数 (ISO 4407).....	22
安装方法.....	38	容器内的新油.....	43
标称过滤.....	36	溶解水.....	11
玻璃纤维压力过滤器.....	34	如何采集油样.....	16
测试证书和测试采样.....	44	乳状水.....	11
超离心测试 (UC).....	31	水分含量.....	26
电感耦合等离子体 (ICP).....	28	水分污染.....	10
订购过滤系统.....	41	酸污染.....	14
动态油膜.....	8	酸值和碱值.....	27
动态粘度.....	21	索赔.....	44
分析报告.....	19	污垢容纳量.....	37
分析方法和频率.....	20	污染控制.....	7
分析日志簿.....	29	系统内的油.....	43
附录.....	46	纤维素离线过滤器.....	35
傅里叶变换红外 光谱法 (FTIR).....	30	新油, 取样.....	45
购买油时的建议.....	44	新油样采集.....	45
过滤定义.....	36	压力过滤器.....	34
过滤器类型.....	32	氧化.....	13
过滤器中的旁通阀.....	37	油和油系统的处理.....	43
简介.....	3	油建议.....	44
碱值.....	27	油降解.....	13
经济.....	40	油泥.....	13
绝对/动态粘度.....	21	油清洁方法.....	32
绝对过滤.....	36	油维护系统.....	42
卡尔费休.....	26	油污染控制.....	7
颗粒计数和机器 使用寿命评估.....	25	油系统中的磨损.....	7
颗粒数.....	22	油样采集.....	15
颗粒污染.....	8	油样采集, 何处取样.....	15
离线过滤.....	38	油样采集, 如何取样.....	16
离线过滤器, 纤维素.....	35	油样采集, 真空泵.....	18
离线油品过滤器尺寸确定.....	41	油样采集标签.....	17
膜片比色法 (MPC).....	30	游离水分.....	11
		元素分析.....	28
		原子发射光谱法 (AES).....	28
		运动粘度.....	21
		转盘电极 (RDE).....	28
		自动颗粒计数 (ISO 11500).....	2



制造工厂和总部

C.C.JENSEN A/S

Løvholmen 13 | DK - 5700 Svendborg | 丹麦

电话: +45 6321 2014

sales@ccjensen.dk | www.ccjensen.dk

C.C.JENSEN 在全球

比荷卢

C.C.JENSEN Benelux B.V.

电话: +31 182 37 90 29

info.nl@ccjensen.dk

www.ccjensen.nl

智利

C.C.JENSEN S.L. Limitada

电话: +56 2 739 2910

ccjensen.cl@ccjensen.dk

www.ccjensen.cl

中国

西西延森过滤器
(天津)有限公司

电话: +86 10 6436 4838

ccjensen.cn@ccjensen.dk

www.ccjensen.cn

丹麦

C.C.JENSEN Danmark

电话: +45 6321 2014

sales@ccjensen.dk

www.cjc.dk

法国

C.C.JENSEN France

电话: +33 366 753 170

contact.fr@ccjensen.dk

www.ccjensen.fr

德国

KARBERG & HENNEMANN

GmbH & Co. KG

电话: +49 (0)40 855 04 79 0

kontakt@ccjensen.de

www.cjc.de

希腊

C.C.JENSEN Greece LTD.

电话: +30 210 42 81 260

ccjensen.gr@ccjensen.dk

www.ccjensen.gr

印度

C.C.JENSEN India

电话: +91 4426241364

ccjensen.in@ccjensen.dk

www.ccjensen.in

爱尔兰

C.C.JENSEN Ireland

电话: +353 86 827 1508

ccjensen.ie@ccjensen.dk

www.ccjensen.ie

意大利

KARBERG & HENNEMANN srl

电话: +39 059 29 29 498

info@ccjensen.it

www.cjc.it

波兰

C.C.JENSEN Polska Sp. z o.o.

电话: +48 22 648 83 43

ccjensen.pl@ccjensen.com.pl

www.ccjensen.pl

西班牙

C.C.JENSEN Ibérica, S. L.

电话: +34 93 590 63 31

ccjensen.es@ccjensen.dk

www.cjc.dk

瑞典

C.C.JENSEN AB

电话: +46 8 755 4411

sales@ccjensen.dk

www.ccjensen.se

阿拉伯联合酋长国

C.C.JENSEN Middle East

电话: +971 4 447 2886

ccjensen.uae@ccjensen.dk

www.cjc.ae

英国

C.C.JENSEN LTD.

电话: +44 1 388 420 721

filtration@ccjensen.co.uk

www.ccjensen.co.uk

美国

C.C.JENSEN INC.

电话: +1 770 692 6001

ccjensen@ccjensen.com

www.ccjensen.com

CIC® 当地经销商

我们具有全球范围经销商。
在我们的网站上找到您最近的
经销商:

www.cjc.dk

- 或直接联系我们。



C.C.JENSEN A/S

www.cjc.dk

