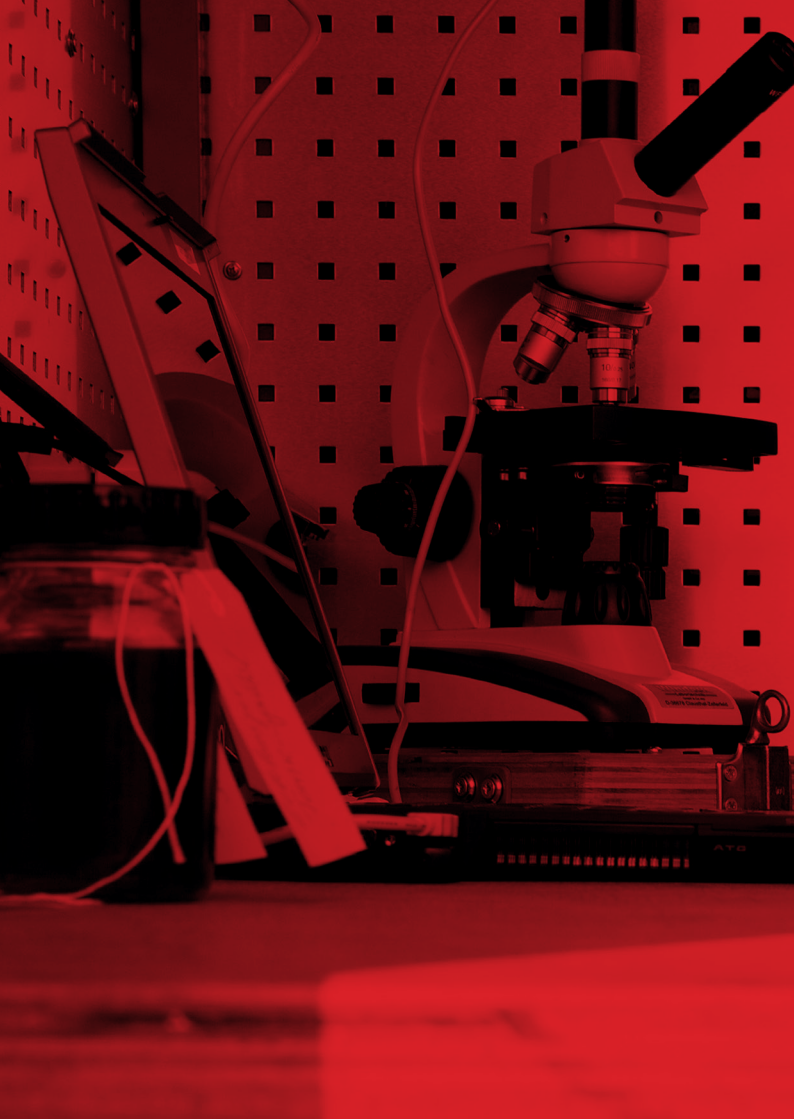
HANSA FLEX

紧凑型流体管理系统

及时识别机油导致的机器问题，并采取预防措施予以避免



目录

液压油故障原因 4
因油液污染造成的损伤 6
污染类型 8
污染形成 10
固体污染 12
水污染 16
空气的有害影响 18
温度的有害影响 20
不同油液混合的有害影响 22
剪应力的有害影响 24
新油问题 26
HANSA-FLEX 解决方案 28
对液压液体的要求 44
液压油类型 46
液压液体的清洁度标准 48
清洁度标准符合 ISO 4406:1999 50
液压应用的目标清洁度 54
粘度 58
粘度温度图 60

“80% 以上的液压系统故障中，液压油污染是主要原因。”

来源：Lange，Klaus，液体黄金，海德堡 Hüthig 出版社，2001 年出版，第 63 页。

液压油 – 被低估的设计元素

液压液体远远多于任何运行物质。作为一种重要的设计元素，它 对于液压设备的规划、运行和维护至关重要。

现代的液压系统表现卓越，因为节拍时间、温度和压力等级被提高，间隙尺寸被降低，采用带小型油箱的更紧凑结构方式以及更高的转速。因此，近年来对所用液压油的质量和纯度的要求被进一步提高。

如今，超过四分之三的液压设备故障都是由被弄脏的液压油导致的。

意识到液压油的重要性，并且进行专业地选择、维护和监测，正在成为固定式和移动式液压系统用户和设计人员实现液压设备和部件的经济运行和保值的不可或缺的一部分。

机油导致的机器问题的警告信号

加压液体的污染可能导致液压设备上的严重部件损伤。及时发现机器运行中的异常情况可以节省大量的时间和金钱。机器状态经常给出提示液压油污染的第一个信号。

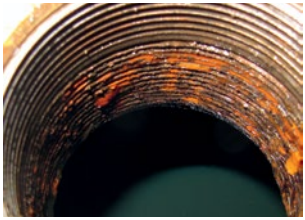
应该注意以下警告信号：

- 密封件和液压软管的异常磨损
- 金属磨损残留
- 气缸泄漏，形成凹槽
- 泵机故障，体积流量损失
- 系统压降
- 频繁的备件需求
- 过滤器更换间隔时间短
- 由于阀门活塞中的凹槽而导致速度变化
- 元件内部和外部泄漏

机油导致
部件损伤的示例

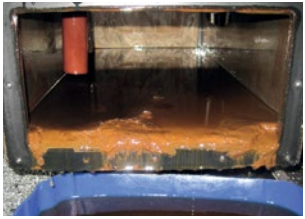
机油污染导致的轴向活塞泵损坏

系统中的空气导致液压马达损坏

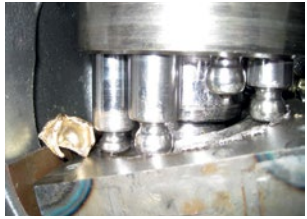


由于空气过分潮湿而导致液压油箱螺纹接管腐蚀

由于分离的软管内层而导致系统过滤器污染



油箱中的油老化残留物



气蚀造成的轴向泵损坏

影响液压油的有害因素

固体

由于固体颗粒物污染液压油

空气

液压油中未溶解的空气

混合

不同液压油混合

水

液压油中的水污染

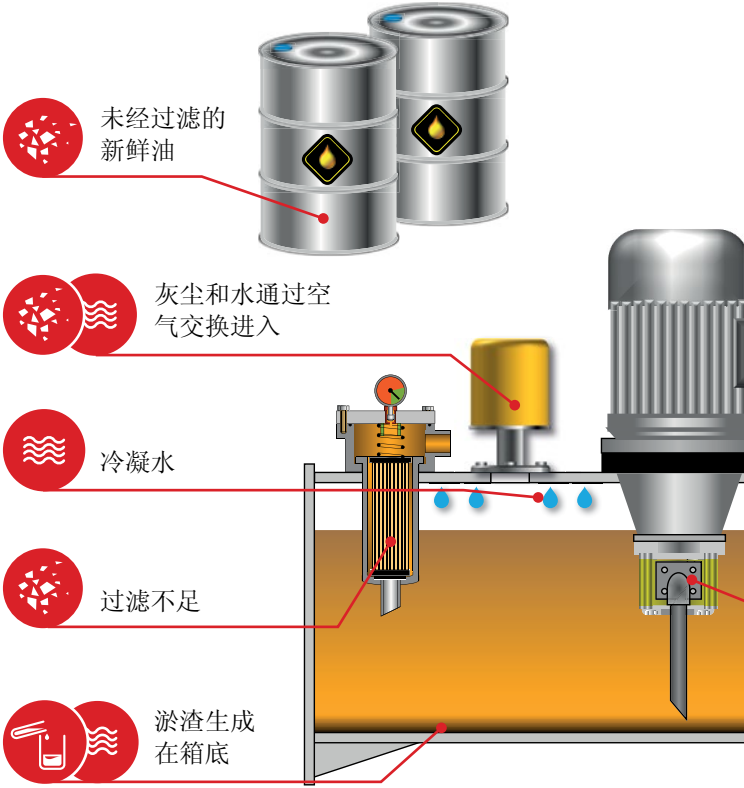
温度

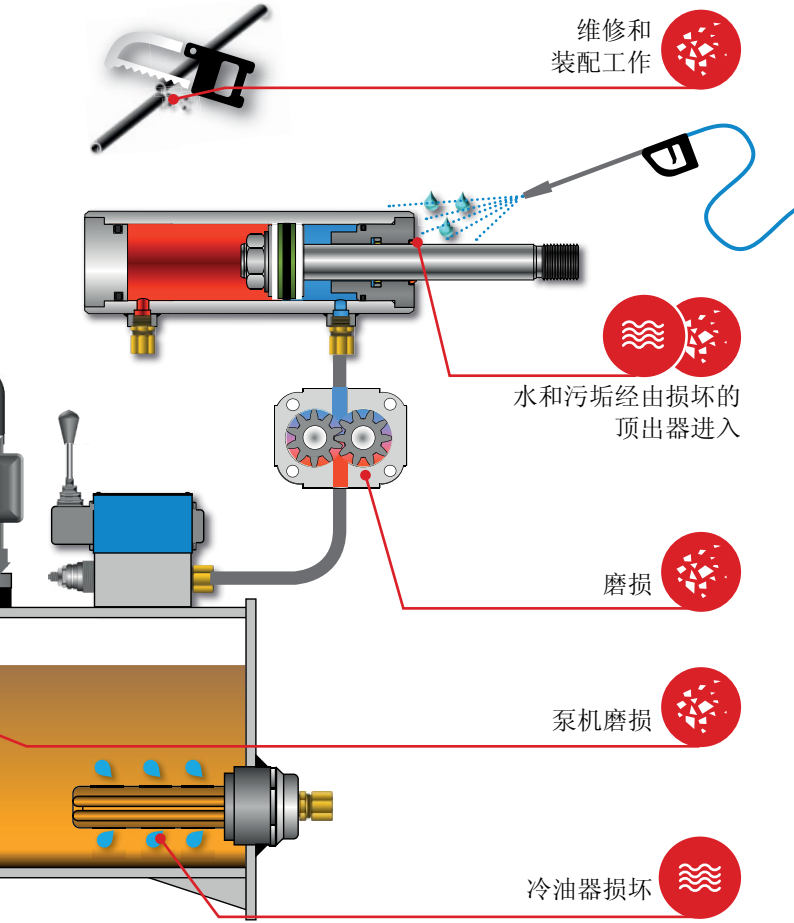
运行温度和环境温度过高

剪应力

由于过高的压力和温度导致
液压油过载

流体污染物形成并渗透到液压设备中




维修和
装配工作
水和污垢经由损坏的
顶出器进入
磨损
泵机磨损
冷油器损坏

固体污染物

金属颗粒，密封颗粒和灰尘等固体形成的液压油污染是液压系统最常见的损坏原因。

外部原因

- 注入未经过滤的新鲜油（参见第 26 页）
- 油箱通风装置的过滤器设计不足
- 液压缸和活塞杆密封件的顶出器和密封件损坏
- 在液压系统维修和安装工作时污染物的侵入
- 通过更换液压软管进入，尤其是在更换工具时
- 错误连接的活动式辅助油路过滤设备（可能由于冲洗接头密封不良而导致污染）

- 冷油器泄漏或油箱密封不良
- 环境污染物侵入

内部原因

- 由于已有的污染颗粒导致阀门活塞控制边缘上的腐蚀磨损
- 由于过度的压力变化和应力而导致表面疲劳从而产生新的污染颗粒
- 由于机油中的水分而导致腐蚀
- 由于机油中的水或空气而导致气蚀磨损

后果

- 部件（阀门、泵机、气缸、马达、密封件和液压软管管线）磨损增加
- 阀门卡住
- 过滤元件的消耗增加
- 阀门中的通道堵塞
- 泵机、阀门、马达、气缸泄漏
- 效率降低

建议

- 安装合适的过滤系统（压力、回流、进气、辅助油路和油箱通风过滤器）
- 使用高品质的过滤元件
- 定期维护
- 在启用前冲洗设备
- 只将过滤过的油注入设备
- 通过油品分析进行定期状态监测
- 在现场安装颗粒计数器

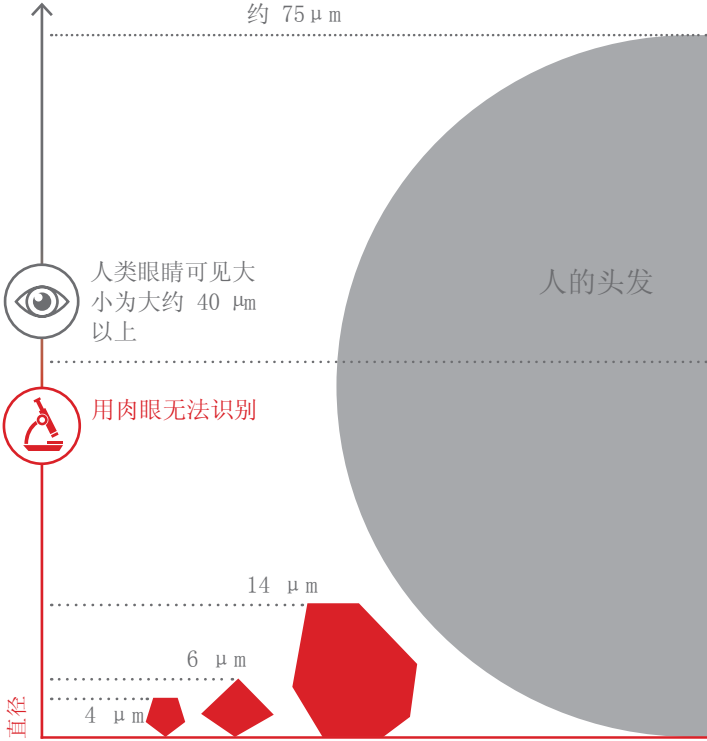
测量固体颗粒物尺寸的单位是微米。一微米（μm）相当于百万分之一米。人类肉眼可见的极限约为 40 μm。

根据 ISO 4406:1999 相关的颗粒尺寸等级

≥ 4 μm/≥ 6 μm/≥ 14 μm

不能用肉眼识别。因此，看起来非常纯净的液压油可能已经被固体颗粒严重污染。

肉眼不可见的细小的固体颗粒



水污染

由于水从外部侵入或者冷凝导致液压油污染，从而导致腐蚀等各种损害。

原因

- 使用蒸汽喷射器清洁设备
- 在新风供应时形成冷凝
- 冷油器损坏（冷却系统泄漏）
- 喷射水进入
- 受污染的新鲜油
- 气缸密封件损坏

后果

- 形成腐蚀
- 气蚀
- 氧化
- 粘度变化
- 淤渣生成
- 起泡
- 空气分离能力恶化
- 部件（泵机、阀门、气缸）磨损增加
- 酸化
- 过滤器堵塞
- 弹性体和液压软管膨胀
- 机油过早老化
- 效率降低
- 由于磨损而增加摩擦

建议

- 避免外来水侵入
- 使用新风吸收器
- 使用真空排水设备
- 通过油品分析和传感器进行定期状态监测

空气

液压油中过量的未溶解空气会造成严重的部件损伤。

原因

- 油箱中的油量不足
- 泵机吸入管泄漏
- 吸入过滤器泄漏
- 启用时的通风不良
- 气缸通风不足
- 设计的油箱太小
- 机油的空气分离能力不足
- 装配错误

后果

- 气蚀
- 氧化
- 微型柴油效应
- 机油起泡
- 泵机、阀门、气缸、马达和液压软管线路上的部件磨损增加
- 密封件毁坏
- 设备控制和调节能力不好
- 效率降低
- 机油过早老化，油品寿命降低

建议

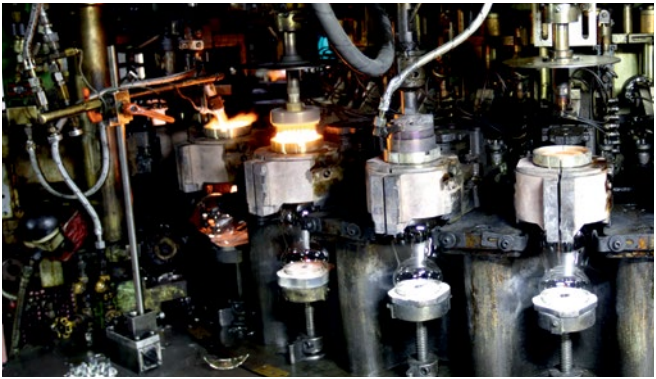
- 经常检查油箱中油液的油量
- 在启用和维修设备后，必须专业地对设备进行排气，必要时为部件预先加注机油
- 正确计算油箱尺寸和形状
- 注意机油的空气分离能力
- 选择合适的高品质机油
- 通过油品分析进行定期的状态监测，以检查其空气分离能力

温度

过高的运行温度和环境温度会降低液压油的性能。

原因

- 过高的环境温度
- 不允许的节流位置
- 油箱太小
- 液压泵的体积流量太大
- 液压管和软管横截面太小
- 阀门和泵机设置错误
- 冷油器损坏和被弄脏



后果

- 缩短油品寿命
- 添加剂失效
- 机油酸化
- 弹性体和液压软管故障
- 由于添加剂失效而形成淤渣
- 漆膜形成
- 粘度变化
- 机油氧化增加
- 部件磨损增加
- 效率降低

建议

- 注意油箱中正确的油量
- 正确计算油箱尺寸和形状
- 正确计算压力和体积流量，必要时重新设置
- 选择合适的高品质机油
- 使用冷油器
- 定期监测温度
- 通过油品分析和传感器进行定期状态监测

混合

不同液压油的混合往往会导致其物理特性的急剧恶化。

原因

用户在补注机油、更换加装设备或换油时混合不同、不完全相同的液压油。

其中包括所有的混合物，例如：

- 不同等级的液压油（HLP/HLPD/HVLP），
- 无锌和含锌液压油，
- 液压油和马达机油，
- 具有洗涤剂和非洗涤剂性质的机油，
- 具有不同粘度的相同等级和同类型的机油，
- 生物降解油（HEES/HEPG/HETG/HEPR）和矿物油。

后果

- 弹性体和液压软管膨胀
- 机油的空气分离能力恶化
- 粘度变化
- 起泡情况增加
- 过滤器堵塞
- 酸化
- 机油氧化增加
- 效率降低
- 由于添加剂反应产生淤渣、粘连、沉积物
- 油老化，减少油品寿命
- 对机器制造商的所有保修索赔失效

建议

- 应始终避免机油混合，因为你不能100%保证混合油液不会产生问题。该建议包括相同等级的液压液体。
- 通过油品分析和传感器进行定期状态监测

剪应力

由于过高压力和温度导致的过载会破坏液压油的分子链并损害其流动性能。

原因

- 高油温
- 高运行压力
- 使用错误的机油

后果

- 添加剂失效
- 粘度变化
- 缩短油品寿命
- 增加部件上的磨损
- 效率降低

建议

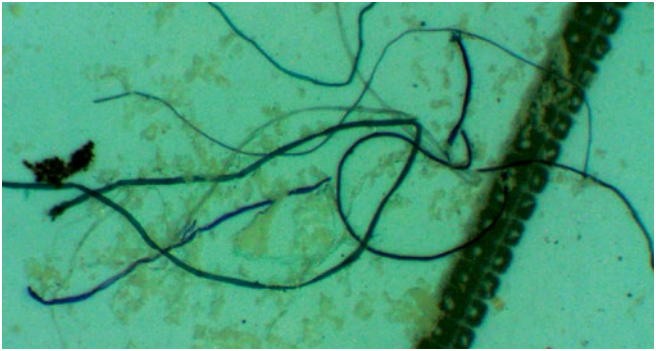
- 选择合适的高品质机油
- 监测温度和压力
- 通过油品分析和传感器进行定期状态监测

HANSA-FLEX 牌吸收过滤器 - 是流体管理的众多高品质部件之一。

总是过滤新油

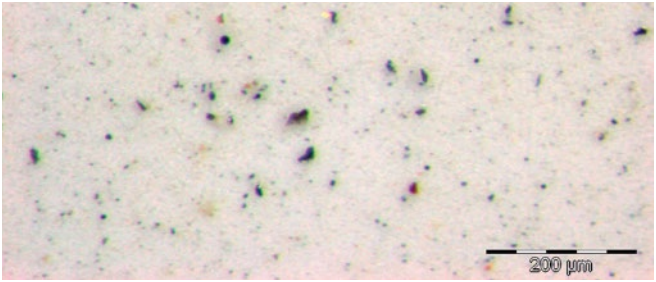
盲目信赖新油的纯度可能导致代价高昂的错误，因为新油并不一定意味着清洁的机油。由于在生产或加注过程中没有充分地过滤，因此新油污染的情况并不少见。而且油桶也并不总是得到专业的清洁，并且可能含有生产过程（钢桶）和/或水的残留物。

此外，在加注、转移和运输过程中还会经常渗入固体颗粒。因此，这种油桶的纯度等级很少超过 ISO 21/19/16 的最低要求，这在任何情况下都不足以满足现代液压应用的要求。



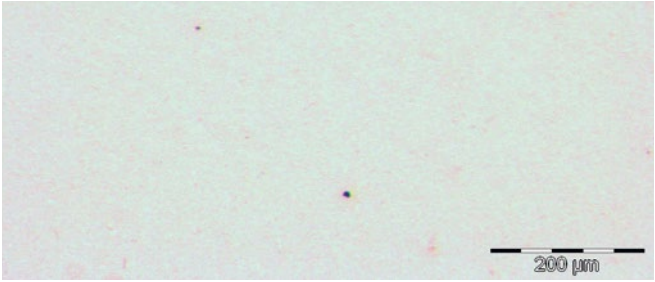
100 倍放大未过滤，在桶中送货的 HLP 46 新油的样品

对新油的最低要求 DIN 51524



清洁度等级 21/19/16 根据 ISO 4406:1999

现代伺服液压系统建议的纯度等级



清洁度等级 15/13/10 根据 ISO 4406:1999

在注入机器之前，应当过滤新油。

第 42 页

HANSA-FLEX 解决方案

HANSA-FLEX 流体服务部门提供各种智能服务和高品质的部件，可长期保证您的流体质量。

实验室专业油品分析 30
损伤识别和设备优化 34
HANSA-FLEX 品牌流体清洁设备 36
通过传感设备进行状态监测 38
移动的流体服务 40
新油预过滤 42
您流体管理的品质部件 43

实验室专业油品分析

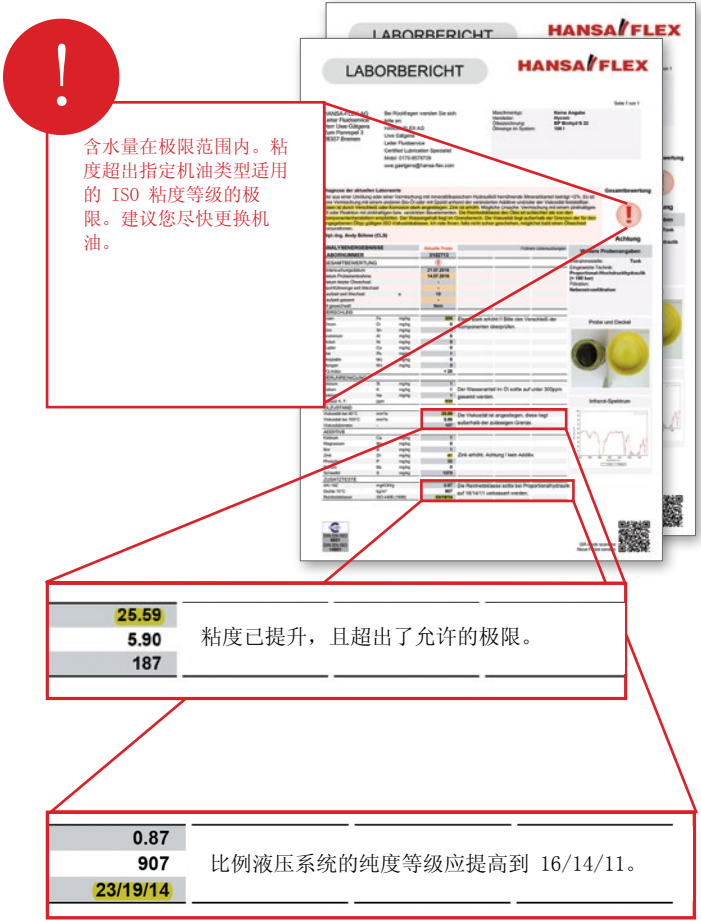
就像您机器的放大血象图一样，HANSA-FLEX 流体服务部门提供的专业油品分析服务揭示了液压油的所有重要信息。它可以精准地测定污染、混合和油品老化情况。

该分析由经过认证的可信任独立实验室进行。HANSA-FLEX 流体服务部门的专家对结果进行解释并提供具体的行动建议。

附有注解的实验室报告通常可在三个工作日内提交给客户，在紧急情况下也可以提供快速分析报告。它们构成流体管理系统全部措施的基础。HANSA-FLEX 在全国范围内提供移动的流体服务和即时可用的现场分析。

对用户的好处

- 机油和机器状态方面的可负荷数据
- 即时检测油品混合，机油污染和/或机油中混水时的错误
- 告知理想的换油间隔
- 换油后的质量控制
- 处理质保和保修


LABORBERICHT
HANSA FLEX
含水量在极限范围内。粘度超出指定机油类型适用的 ISO 粘度等级的极限。建议您尽快更换机油。
25.59
5.90
187
粘度已提升，且超出了允许的极限。
0.87
907
23/19/14
比例液压系统的纯度等级应提高到 16/14/11。

液压油护理的 10 大黄金法则

1. 为应用选择合适的高品质液压油！
2. 在启用前彻底冲洗液压系统！
3. 总是预先过滤新油！
4. 彻底避免油品混合！
5. 避免空气、水和固体颗粒污染机油！

在实验室或现场执行定期的机油检查！ **6.**

使用高品质的过滤系统和元件！ **7.**

避免机油过热！ **8.**

避免装配污染！ **9.**

借助传感器持续监测机油状况，
安装在线状态监测系统！ **10.**

由机油和液压专家识别损伤以及进行与流体有关的设备优化

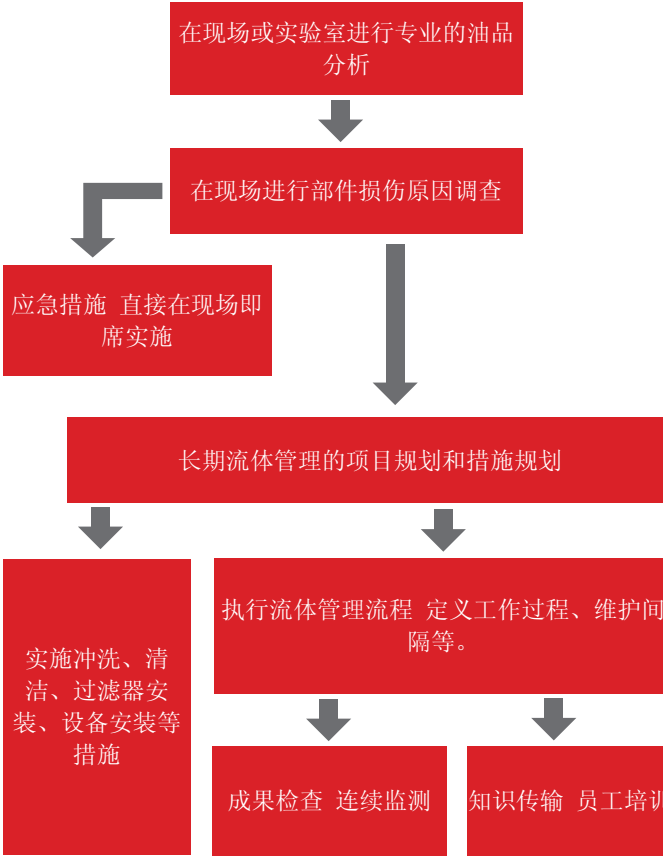
如发生损伤，HANSA-FLEX 流体服务部门经验丰富的流体和液压专家可以立即赶赴现场并调查原因。

做法：

根据专业的油品分析结果，所要做的工作应包括：

- 在液压设备中搜索错误，以便识别部件上的损伤，例如：泵机损伤，液压、马达和气缸损伤，液压软管和液压过滤器损伤，
- 与客户一起进行当前工作的项目规划和措施规划 – 一次性排除故障或定期重复性地执行预防性的保养，
- 持续优化液压设备的流体管理系统，以提高性能，避免损伤和延长油品寿命。

360° 流体管理


在现场或实验室进行专业的油品分析
在现场进行部件损伤原因调查
应急措施 直接在现场即席实施
长期流体管理的项目规划和措施规划
实施冲洗、清洁、过滤器安装、设备安装等措施
执行流体管理流程 定义工作过程、维护间隔等。
成果检查 连续监测
知识传输 员工培训

HANSA-FLEX 品牌流体清洁设备

移动式和固定式液压系统流体清洁的高性能设备 – 租赁、销售和售后服务

- 2 至 150 升/分钟的辅助油路过滤设备
- 阻燃油的辅助油路过滤设备
- 90 升/小时的真空排水设备
- 50 至 1,050 升/分钟的冲洗容器/高性能冲洗总成

用于液压系统牢固安装的个性化设计和生产

HANSA-FLEX 的冲洗总成

HANSA-FLEX 的辅助油路过滤设备

HANSA FLEX
HANSA-FLEX HD 210
BAR

状态监测

机油状态传感器用于连续监测液压设备和变速器。
借助其可以：

- 快速识别运行过程中的功能故障，
- 提高运行安全，
- 根据需求长期规划维护间隔，
- 降低设备故障的风险，
- 及时收集，记录和长期保存测得的数据。

! 通过及早识别极限值而节省成本！

我们的服务：

- 实际分析和基础规划
- 根据特定设备要求定义极限值
- 选择和安装机油状态传感器
- 配置和设置所需的数据传输路径
- 分析和解释测量值
- 生产和安装各个开关柜、报警设施等。

通过传感器持续监测油品状况

持续测定数据 粘度、固体颗粒、液位、相对湿度、相对介电常数、电导率、温度和压力方面的信息

本地界面

在超出极限值时显示测量值和声光警告信号

全球数据传输 所有数据随时在全世界范围内可用

控制注塑机上的水传感器

移动的流体服务 - 在中国全境现场为您服务

在移动和工业液压系统上开展流体服务工作

- 专业提取油样，以便在现场或实验室中进行油品分析
- 过滤液压设备和变速器中的机油
- 辅助油路过滤设备的安装和检修
- 过滤设备的设计和制造
- 给液压设备和变速器中的机油排水
- 冲洗管道和部件并按照 ISO 4406:1999 标准进行记录
- 更换为其他机油种类
- 优化过滤系统
- 监测/优化液压设备
- 启用液压设备
- 制定压力、压力峰值、体积流量、转速和温度的测量报告
- 设计和安装机油状态传感器
- 记录所有测得的数值并给出建议

立即识别错误

- 油品混合、机油污染、机油中混水时
- 识别部件上的损伤，例如泵机损伤，液压、马达和气缸损伤，液压软管和液压过滤器等。

流体服务车辆

- 移动式油品分析车辆用于现场进行快速油品分析
- 通过显微镜、膜片和粒子摄影对固体颗粒进行光学分析以确定材料
- 根据 ISO、SAE、NAS 确定清洁度等级
- 测定粘度、温度、相对湿度
- 通过氢气法测定水含量，确定机油氧化

移动式油品分析车辆用于快速油品分析、错误识别和现场机油服务

直接在您那里现场预过滤新油

我们为机器运营商和润滑剂经销商所提供的服务保证所交付的新油具备所需的清洁度等级。

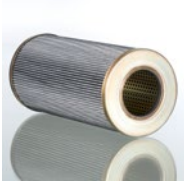
- 交付新油的现场移动分析
- 立即过滤机油以达到想要的纯度等级
- 直接在现场登记和记录纯度等级
- 根据需要，与机油供应商和机器运营商约定日期和协调工作

您的流体管理的品质部件

在 shop.hansa-flex.com 下和我们的分支机构中始终可用的商品：

分析设备

- 流体取出套件：动态、静态
- 油品分析：颗粒计数器，内嵌式颗粒传感器
- 矿物油、生物油、齿轮油、马达油、阻燃油、涡轮机油、压缩机油、润滑脂和柴油的油品分析套件



过滤器和配件

- 辅助油路过滤设备的过滤元件
- 机油服务设备
- 范围广泛的过滤器：抽吸过滤器、回流过滤器、旋压过滤器、压滤器、油箱通风过滤器、吸收过滤器

传感器

- 颗粒监测器
- 水传感器、粘度传感器、油品状态传感器、液位传感器
- 油箱安装的增压泵

机油用途广泛

液压油是一种非常复杂的设计元素，它在连续使用时会遇到各种各样的高负荷。在流体标准 DIN 51524 中，仅规定了对液压液体基本元素特性的最低要求。此外，特殊的应用领域还对于所使用的液压液体提出了特殊的附加要求。

润滑和磨损保护特性

粘度稳定性

热膨胀小

防腐蚀特性

导热性

起泡低

空气分离能力（LVA）高和进气量低

市售液压油

所使用的液压油的质量和纯度是确保液压设备运行安全、使用寿命和经济运行的决定性因素。下表简要概述了常见机油类型及其特性或应用领域。
在选择机油时应遵守机器制造商的规定。我们强烈建议您在选择和保养机油时征求流体专家、润滑剂制造商或经销商的专业建议。

矿物油基液压油概述		
机油类型	简要描述	应用
H	非合成（无添加剂）	实际上不再用
HL 根据 DIN 51524-1	老化和腐蚀 保护添加剂	很少用
HLP 根据 DIN 51524-2	如同 HL，加上抗磨损和和高压添加剂	如今的最低要求
HLPD 基于 DIN 51524-2	如同 HLP，加上洗涤剂 + 分散剂	潮湿环境，间歇运行（开 – 关）
HVLP 根据 DIN 51524-3	如同 HLP，加上粘度指数改进剂	需要更宽的温度范围时
HVLPD 基于 DIN 51524-3	如同 HVLP，加上洗涤剂 + 分散剂	温度范围宽，潮湿环境，间歇运行

用于特殊应用的液压油类型		
应用领域	特殊要求	机油类型
金属压铸车间	阻燃性	HFC 46 HFD 46
自然保护区移动液压系统	快速生物可降解性	HEES 46
移动缆车液压系统	极佳的粘度温度性能，极佳的防腐蚀性	HVLP 46 HVLPD 46
固定式液压系统	改进与冷却润滑剂（KSS）的兼容性	HLPD 46
食品工业液压系统	生理安全性	液压油符合 NSF H1 或 H2

液压油的清洁度等级

由于对液压设备可靠性、可用性和经济性的要求不断提高，这不仅需要更纯的液压油，还需要更精确的控制。通过对所包含的固体颗粒的计数，来划分液压油的纯度等级。

除了颗粒大小，颗粒数量也对系统的磨损至关重要。并非每个颗粒实际上都会损坏系统，但是关键颗粒的数量越少，损坏部件的可能性就越小。

用于划分纯度等级的标准是 ISO 4406:1999 和 SAE AS 4059。NAS 1638 目前不再适用，已被 SAE AS 4059 取代。

在 ISO 4406:1999 时，累计测定颗粒量，并分配不同的等级参数。等级参数确定不同大小等级的颗粒量，并且每个大小等级对应可能的颗粒量的特定范围。

根据 ISO 4406：1999 的清洁度等级由三部分的序数序列表示，其表示每个大小等级≥ 4 μm/≥ 6 μm/≥ 14 μm 的颗粒量范围。

ISO 4406:1999

ISO 4406:1999/液压油固体污染表		
每 100 ml 的颗粒量		ISO 序数
超过	至（含）	
130, 000, 000	250, 000, 000	28
64, 000, 000	130, 000, 000	27
32, 000, 000	64, 000, 000	26
16, 000, 000	32, 000, 000	25
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
16	32	5

ISO 纯度等级 16/14/11 表示对当前比例液压系统的最低要求。

ISO 16/14/11 的纯度等级意味着在 100 ml 液体样品中有

- 32,000 至 64,000 颗粒≥ 4 μm
- 8,000 至 16,000 颗粒≥ 6 μm
- 1,000 至 2,000 颗粒≥ 14 μm

。

SAE AS 4059F

纯度等级根据 SAE AS 4059F						
每 100 ml 每个纯度等级最大允许颗粒量						
纯度等级	(1)	>1 μm	>5 μm	>15 μm	>25 μm	>50 μm	>100 μm
	(2)	> 4 μm(c)	> 6 μm(c)	> 14 μm(c)	> 21 μm(c)	> 38 μm(c)	> 70 μm(c)
000		195	76	14	3	1	0
00		390	152	27	5	1	0
0		780	304	54	10	2	0
1		1,560	609	109	20	4	1
2		3,120	1,217	217	39	7	1
3		6,250	2,432	432	76	13	2
4		12,500	4,864	864	152	26	4
5		25,000	9,731	1,731	306	53	8
6		50,000	19,462	3,462	612	106	16
7		100,000	38,924	6,924	1,224	212	32
8		200,000	77,849	13,849	2,449	424	64
9		400,000	155,698	27,698	4,898	848	128
10		800,000	311,396	55,396	9,796	1,696	256
11		1,600,000	622,792	110,792	19,592	3,392	512
12		3,200,000	1,245,584	221,584	39,184	6,784	1,024

(1) 尺寸范围，光学显微镜，基于根据 AS598 或 ISO 4407 测量的最大长度。

(2) 尺寸范围，根据 ISO 11171 校准的自动颗粒计数器，或者带图像分析软件的光学或电子显微镜，基于投影表面的当量直径。

NAS 1638

纯度等级，根据 NAS 1638 标准					
纯度等级	每 100 ml 颗粒量				
	5 – 15 μm	15 – 25 μm	25 – 50 μm	50 – 100 μm	> 100 μm
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1,000	178	32	6	1
3	2,000	356	63	11	2
4	4,000	712	126	22	4
5	8,000	1,425	253	45	8
6	16,000	2,850	506	90	16
7	32,000	5,700	1,012	180	32
8	64,000	11,400	2,025	360	64
9	128,000	22,800	4,050	720	128
10	256,000	45,600	8,100	1,440	256
11	512.000	91,200	16,200	2,880	512
12	1,024,000	182,400	32,400	5,760	1,024

所选液压应用的推荐清洁度等级和过滤细度

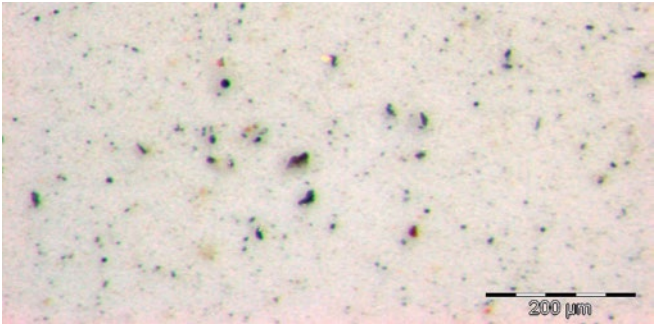
液压系统的设计越复杂和精细，对液压液体和所用的过滤器的纯度要求就越高。下表列出了当前的标准值的概况，但同时仍需单独考量每个系统的情况。

建议的纯度等级基于不超过 160 bar 的运行压力。
如果运行压力提高，则应选择更高的纯度等级。

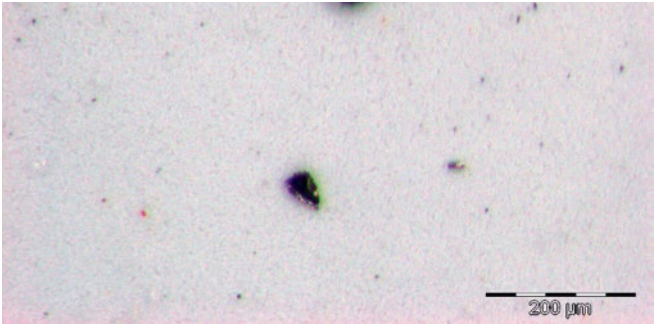
纯度等级 ISO 21/19/16 是根据 DIN 51524 对新油的最低要求。这对于大多数现代液压应用来说已经过时了。

液压系统和应用领域	允许的纯度等级			推荐的过滤精度（x）（绝对值）（x）μm = > βx >100
	ISO 4406:1999 >160 bar ISO 代码 ≥4 μm/ ≥6 μm/ ≥14 μm	SAE AS 4059 ISO 代码 >4 μm/>6 μm/ >14 μm/21 μm/ >38 μm/70 μm	NAS 1638 NAS 代码 5 - 15 μm	
实验室和飞机设备系统，带伺服液压系统，检测台液压系统 • 伺服阀门	≤ 15/13/10	≤ 5	≤ 4	2 - 3 μm
工业液压系统、比例液压系统、高压和润滑油系统 • 现代建筑、林业机械 • 注塑机 • 比例阀	≤ 16/14/11	≤ 6	≤ 5	3 - 5 μm
工业液压系统、电磁控制阀、中压低压系统 • 老式建筑、林业机械 • 市政机械、农业机械 • 回收设备 • 电磁阀	≤ 19/17/14	≤ 9	≤ 8	5 - 10 μm
中等规模的一般中压液压系统，大间隙和磨损保护要求低的低压系统，以及高压环境下并具有高（粗）污垢负载量的水液压系统	≤ 21/19/16	≤ 11	≤ 10	10 - 20 μm

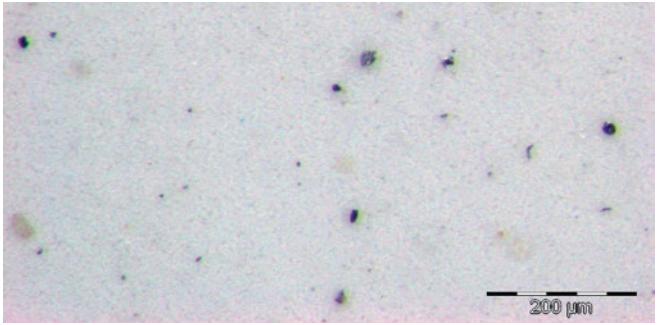
根据 ISO 4406:1999 的清洁度等级的示例



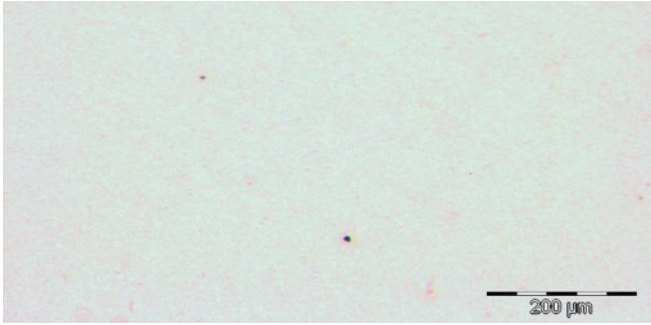
ISO 等级 21/19/16 - 根据 DIN 51524 对新油交付的最低要求



ISO 等级 16/14/11 - 对比例阀的要求



ISO 等级 19/17/14 - 对电磁控制阀的要求



ISO 等级 15/13/10 - 对伺服阀的要求

液压油粘度

粘度是液压油最重要的物理特性之一。它是衡量机油流动时内部摩擦的单位。冷油的内部摩擦高（高粘度）。油温越高，内部摩擦越低（低粘度）。
允许的粘度范围应根据液压设备中安装的所有部件确定，并且必须符合每个单独部件的要求。

运动粘度的度量单位是 mm^2/s。既不是马达油也不是齿轮油的润滑油，根据 ISO-VG（国际标准化组织）描述。它设有 18 个标准粘度等级，覆盖范围从 2 mm^2/s 到 1,500mm^2/s。这里只规定所谓的平均粘度。

根据 DIN ISO 3448 (2010) 推荐的 ISO 粘度等级范围，参考温度 40℃	
粘度等级（ISO）	40℃ 时的粘度范围 mm^2/s（cSt）
ISO VG 22	19.8 - 22 - 24.2
ISO VG 32	28.8 - 32 - 35.2
ISO VG 46	41.4 - 46 - 50.6
ISO VG 68	61.2 - 68 - 74.8
ISO VG 100	90 - 100 - 110

如果允许的运行粘度增加太多，可能导致液压和机械磨损。低于允许的抽吸压力时，气蚀可能造成泵机损伤。

如果粘度低于允许的运行粘度，则泄漏和部件磨损的风险增加。并可能导致部件寿命缩短。

在冷启动机器时，粘度上限通常在 500 - 1,000 mm^2/s 之间。粘度下限约为 10 mm^2/s，这表示由于流体的稀薄导致失去润滑能力。

根据液压设备的用途、应用领域和机油类型，测得的粘度范围的极限值在建议粘度范围的 5% 至 15% 之间。

如果粘度变化太大，则必须要换油。

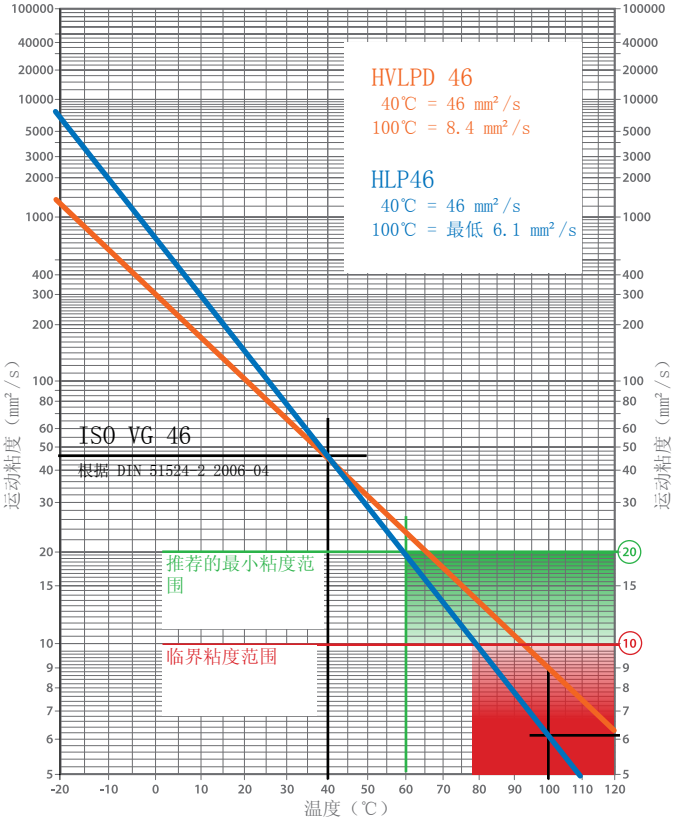
粘度温度图

粘度温度图（VT 图）用于说明液压油的粘度温度特性。通过穿过两点的直线（通常在 40℃ 和 100℃），可以从图中读取所有其他温度的粘度。这样可以阐明不同机油类型的不同应用领域。

右图中比较显示了两种液压油的粘度温度特性。绿色 区域表示大多数机器制造商推荐的最小粘度，即 10 至 20 mm 2/s。

注：橙色的 HVLPD 46 在约 90℃ 的温度下达到临界范围，而蓝色的 HLP 46 机油则在约 80℃ 时就已达到临界范围。

如果液压油达到临界范围，则润滑能力降低，从而导致机器损伤。通常情况下，如果超过规定的最小粘度，制造商会拒绝对损伤承保。


HVLPD 46
40℃ = 46 mm²/s
100℃ = 8.4 mm²/s
HLP46
40℃ = 46 mm²/s
100℃ = 最低 6.1 mm²/s
ISO VG 46
根据 DIN 51524-2 2006-04
推荐的最小粘度范围
临界粘度范围
运动粘度（mm²/s）
温度（℃）
100000
40000
20000
10000
5000
3000
2000
1000
400
300
200
100
80
60
50
40
30
20
15
10
9
8
7
6
5
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120

图片证明

第 1，2，4，7，10，12，14，16，20，25，26，28，32，36，37，39，41，42，43，45，47，49，51，63，64 页
HANSA-FLEX AG

第 8，16 页
iStockphoto.com

第 27，56，57 页
MAHLE Industriefiltration GmbH

来源证明

第 50 页：液压流体动力 - 流体 - 固体颗粒污染等级代码法，参考编号 ISO 4406：1999（E）
© ISO 1999

第 52 页：航空航天流体动力 - 液压油污染分类/REV.F Copyright © 2013 SAE lnternational

第 53 页：航空航天流体动力 - 液压油污染分类/REV.F Copyright © 2013 SAE lnternational

sartorius
sartorius

HANSA-FLEX 紧凑型流体管理系统 • 30,000 • 2019 年 2 月

HANSA-FLEX AG
info@hansa-flex.com
www.hansa-flex.com