

油液应该有多洁净？

油液洁净度对设备磨损有很大影响

作者 Mike Sondalini . Don Irvine

干净和干燥的油可以延长设备的寿命，失效间隔时间8-10倍于通常的运行时间。位于俄亥俄州的铁姆肯轴承公司报告，含水量从100ppm减少到25ppm能够增加2倍轴承寿命。英国液压研究表明，油中大于5微米的固体污染颗粒从5000-10000颗/毫升减少到160-320，设备的寿命会增加5倍。

很明显洁净的油可以获得巨大的益处，它很值得我们花费大量的金钱获取它。尤其是在使用昂贵设备和维修费用很高的场合，或是设备很昂贵但不能高收益地运转。增加设备寿命和增加的设备维修

时间间隔10倍都是有很高收益的。相反，如果更换设备的成本是低廉的，那么就未必有理由在滤油器上花钱。

油液洁净度分级

油中固体颗粒数可使用光学设备（显微镜，遮光），电子扫描显微镜（ESM），或滤膜过滤的方法检测。因为每种检测方法对不同尺寸大小颗粒灵敏度的不同，它们检测的颗粒数稍微不同。ESM能检测出比光学方法更小的颗粒。

国际标准ISO4406-1999广泛应用于油中固体颗粒评价。这个标准对油的清洁度进行了分级，提供了定义可接受固体颗粒污染的基础。这也意味着可以对油过滤器进行检测以证明其性能满足可接受的标准。表1表明ISO4406标准是如何对油样中固体颗粒的水平进行分级编码的，根据油中固体颗粒数量得到一个级别，其代表特定颗粒尺寸范围的颗粒数。

在使用标定的自动计数器测量污染度的场合，用3个度量数字描述固体颗粒污染度：大于等于4微米的，大于等于6微米的，和大于等于14微米的。当用光学显微镜计数时，使用两种尺寸：大于等于5微米，和大于等于15微米。

例如，固体颗粒污染度可被描述为ISO20/18/16，其含义是，每毫升油品中大于4微米的颗粒有5000-10000个，尺寸大于6微米的颗粒有1300-2500个，尺寸大于14微米的颗粒有320-640个。如果使用两个

TABLE 1. ALLOCATION OF PARTICLE COUNT SCALE NUMBERS		
ISO Scale Number	Particles per milliliter	
	More than	Less than
22	20000	40000
21	10000	20000
20	5000	10000
19	2500	5000
18	1300	2500
17	640	1300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.25	2.5

数字度量，污染度就是18/16。那么每毫升油样品中大于5微米的颗粒数目在1300至2500间，大于15微米的数目在320至640间。

污染的油会损害设备

脏的油导致液压设备和油润滑设备快速损坏。公差良好的设备的配合间隙5-10微米。大于配合间隙的固体颗粒会阻塞这个空隙，固体颗粒会被进一步裂碎，并从配合表面剥落更多的材料。

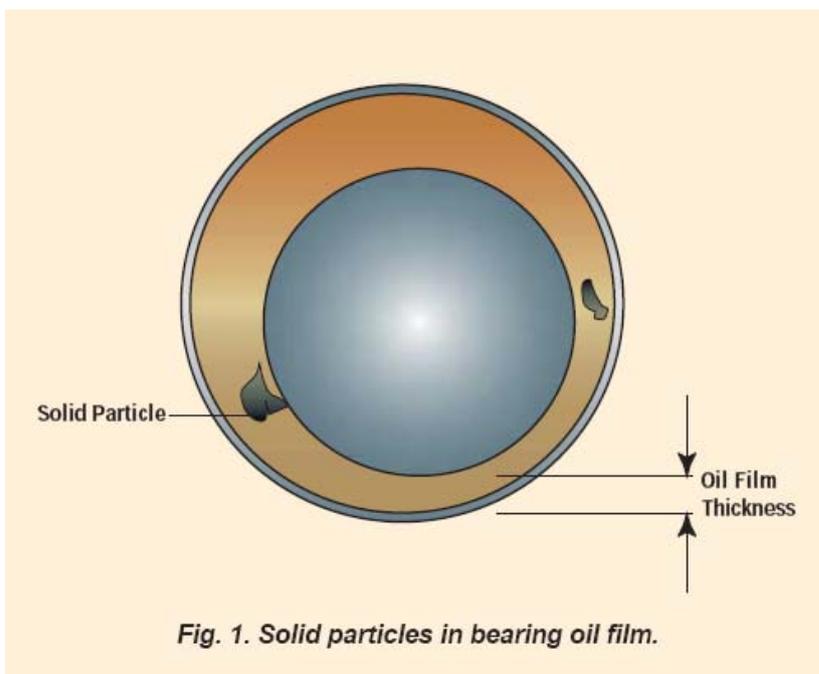
对于较大公差的设备，部件之间的油膜厚度可到3-5微米。大于油膜厚度的固体颗粒会被压碎成小的碎片，从而产生更多的固体污染。图1示出了轴在油膜轴承中的情形，图中固体颗粒大于油膜厚度，当它进入轴底部的轴承载荷区，它将刺入金属，被粉碎，产生更多的颗粒并造成进一步磨损。

停留在油中的固体颗粒就像研磨糊，它们摩擦和刨破表面，阻塞油的通过，使油变得更粘。油脏的时间越长，失效的速度就越快。如果被固体颗粒污染，即便是昂贵的合成油也无能为力。虽然合成油在耐温和表面张力上好于矿物油，如果它被污染到足以损害设备，所有它的优势就会失去。唯一的方法就是利用过滤保证油的洁净。

油分析测量污染度

可以采集油样并在实验室分析，测试大量影响油品质量的参数和因素，通常包括以下定量测试：

- 颗粒的数目和尺寸
- 污染的类型和数量
- 油品中添加剂的状态
- 工作环境造成的油化学变化
- 油中水含量
- 油的粘度（润滑性）



没有必要在所有情况下对所有油品进行全面测试，分析类型的选择取决于油本身和其使用场合。用于内燃机、齿轮箱、液压系统、气体透平机的润滑油是不同的，其工作的状态在各自环境下也是不同的，例如，烟雾会出现在内燃机中，却不会出现在齿轮箱中，没有必要花钱测量齿轮箱中的烟雾，但是内燃机油中的烟雾含量是至关重要的。

测量油污染度时，要求实验室按照国际认证的程序进行操作，污染度测量设备需要按照公认的国际标准进行标定。然而，就像有干净的和脏的维修车间一样，也有洁净的和脏的实验室。从没有良好的标定程序和样品卫生规范的实验室，或者从不完全懂得仪器和操作规程的人那里得到的测试结果是不能被信任的。

并不是所有固体颗粒实验室计数仪器都能测试到非常微小尺寸的颗粒，来自这些实验室的结果可能给出错误的数字，对小尺寸的颗粒示出比实际情况较小的污染度。有些实验室使用的仪器和方法不考虑大于100微米的颗粒，来自这些实验室的结果将示出不正确的大颗粒计数，将来这些大颗粒会裂碎，造成的较小颗粒迅速污染油液。

如果油污染太过严重，就不能使用光学计数方法。因为分析仪器发出的光不能如仪器被标定的那

样通过油样而到达接受器。另外，光学计数器会误把水滴当成固体颗粒进行计数，有时很有必要采用其他方法证实实验室的结果是否可靠。

样品清洁度

油液采样的方法和清洁度对实验室结果准确性具有决定性的影响。如果采样方法或者采样点错误造成油样污染，或采样设备或方法带入污染，那么就会报告错误的污染度。

一个好的油样是从循环流动的油路洁净地采集的。应该采用实验室认可的采样方法和程序，如有必要实验室应对采样者进行培训。

油应该多干净？

许多原设备制造商从大量现场和实验室实验中接受了这一无可争辩的事实，即油的洁净度对他们设备内部的磨损具有主要影响。因此一些厂家指定了在保质期内他们的设备用油必须达到的清洁度。

例如：卡特皮勒公司指定新油颗粒计数是ISO16/13，如果新油颗粒含量超过标准，就不再担保质量。当来自一国际主流厂家的新油加入到卡特皮勒设备之前被检测时，发现颗粒污染度为17/14，这是以前从未启封的容器中的新油。这种情况下，新油品必须进一步过滤达到要求的洁净标准。

表2是对紧密公差设备推荐的目标油清洁度列表，它是对各液压设备和油过滤器厂家的调查得到的结果。

油品过滤

为了获得非常低的设备磨损率和延长设备使用寿命，事实表明应将油过滤到5微米以下，最好

TABLE 2. RECOMMENDED TARGET OIL CONTAMINATION LEVELS

Component	< 3000 psi	> 3000 psi
Fixed displacement pumps		
Vane	17/14	16/13
Gear	17/15	16/13
Piston	16/14	15/13
Variable displacement pumps		
Vane	15/13	-
Piston	15/13	14/12
Valves		
Directional	18/15	17/14
Proportional	16/13	15/12
Servo	14/11	13/10

是1微米以下。需要注意的是过滤器不要过滤掉油中任何添加剂，例如石墨。添加剂溶解在油中应不会被滤掉，除非添加剂附着在固体颗粒上。

油液过滤可以在主油路，或旁路，或离线进行。有几种类型的过滤器，如褶纸和缠绕的纤维绳。在通常情况下，如果其作用是清洗油品，过滤器必须能够过滤掉绝大部分大于5微米的颗粒。

过滤器的性能

衡量过滤器性能的正确方法是使用Beta值，它就是进入过滤器的颗粒数目和通过过滤器的颗粒数目之比，这是一个测量真实过滤性能的方法，过滤器厂家提供的名义微米尺寸等级是没有意义的。绝对的过滤器微米尺寸等级是不可靠的，因为油中柔软的颗粒可能被挤压通过过滤器而再变为污染。

对各种液压设备（例如柱塞泵）和油润滑设备（如卡车发动机）进行的无数测试证实，通过过滤油液去除掉油中颗粒能大大延长机器的寿命。合适的过滤系统价格并不昂贵，对于昂贵的液压和油润滑的设备来说，通过延长设备运转寿命和提高可靠性，过滤的成本很容易快速收回。

[王红星 译 常英杰 校]