

应用报告

应用报告编号: AR282
行业: 机械加工
作者: Katrin Oetjen, Thomas Willers
KRÜSS GmbH
日期: 03 / 2017



方法:



Dynamic Foam Analyzer – DFA100

关键词: 冷却液, 泡沫, 空气释放性能, 泡沫抑制

一种可靠的机械加工冷却液老化与性能的监测方法

新鲜冷却液和用过冷却液的微气泡和泡沫行为

在许多工业制造领域中冷却液对于确保加工过程中所生产零件的质量以及机器的使用寿命至关重要。其中，这些液体被设计成具有最大的空气释放性能和最小的泡沫性。然而，在使用过程中，这些液体会发生变化，从而导致冷却效率的降低。我们的客户希望监控这种行为，以便在大型生产现场优化研磨工艺。

在根据典型的标准化学实验室特征和手动泡沫测试进行了一系列的尝试，以区分新鲜的和使用过的冷却油之后，我们的客户联系我们，希望就该项目提供进一步的咨询和支持。本应用报告包含了在 KRÜSS 应用与科学实验室对两种不同的冷却液的新鲜和使用过的样品进行的泡沫研究。我们找到了一种测量程序，并最终促进了对此类冷却液的变化进行可靠且高度可重复的监测。



背景

在生产现场，我们的客户生产各种金属零件，如轴承。金属加工中的重要制造步骤是用水或油基冷却液进行加工。这些液体是保证机械和物理产品质量的主要因素之一。与纯液体相比，水/油分散体中的泡沫和空气冷却效率（热容）降低，流动能力不足。这就是为什么冷却液的设计要显示出最小的泡沫性和高的空气释放性能。然而，冷却液随时间而变化，这可能导致空气释放性能下降，即较高的分散空气含量。这些使用过的效应会降低冷却效果。

在一些生产现场，几台机器连接到一个中央供应系统，该系统包含多达 100000 升的冷却液。因此，准确地知道液体何时需要改性，甚至需要交换是具有成本效益的。因此，更重要的是，为了维持高质量的标准，我们的客户寻找一种实验方法来监测使用冷却液在使用时的效果。简单的目视检查无法区分新鲜油和使用过的油 (Fig.1)。此外，更复杂的方法（包括常用的化学实验室分析方法）也无法揭示新鲜油和使用过的油之间的任何差异。



Fig. 1: 图为 B 型新鲜的和使用过的冷却液。

由于分散在液体中的空气可能与泡沫有关，因此我们的客户最初是通过手动摇动玻璃柱作为发泡方法进行泡沫研究的。然而，由于不同操作人员的手动操作，无法收集到可重复且可靠的数据。这正是我们的客户联系 KRÜSS 寻求

泡沫分析方面的咨询服务和更先进的泡沫分析设备的关键所在。

实验部分

在这项研究中，我们研究了两种冷却液，他们基于来自两个不同供应商的高度精炼，低粘度矿物油。在本报告中，我们对产品进行了匿名化，并使用 A 型和 B 型来称呼它们。

所有的实验都是用我们的动态泡沫分析仪 DFA100 进行的（关于实验方法的更多细节，我们参考[1]、[2]、[3]）。DFA100 提供两种自动发泡方法：搅拌和鼓泡。冷却液具有最高的空气释放性能和最低的泡沫性，即它们是低发泡剂。一般来说，对于低发泡剂而言，鼓泡是优于搅拌的发泡方法，因为鼓泡方法能够产生更多的泡沫，从而保证所收集数据的较高相对精度。实际上，使用搅拌作为发泡方法的样品的预试验并不能产生足够的泡沫体积。

当使用鼓泡作为发泡方法时，所产生的泡沫量不一定需要随引入气体的气体流速线性增加。因此，预测试有助于找到产生最多泡沫的气流。对于此处研究的样品，最大泡沫体积由最大可能流速 1l/min 产生。

最后，采用以下实验条件对样品进行最佳比较：

- 温度：20-27°C
- 试样体积：100mL，用 100 毫升玻璃移液管预润湿玻璃柱内壁
- 滤纸：一次性滤纸 (FL4520)，可将两次运行之间的清洁工作减至最少。
- 密封：氟橡胶 (FL4506)
- 气体：空气
- 气流：1 L/min
- 光源：15%强度的红外光源

测量按照 KRÜSS ADVANCE 软件中编好的程序执行：

Automation program			
Proc.	Wait until	Delay	Action
<input checked="" type="checkbox"/> 1		3 m	Set flow rate 1 L/min
<input checked="" type="checkbox"/> 2			Start foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 3	Gas volume pumped 150.0 mL		Stop foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 4		7 m	Start foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 5	Gas volume pumped 150.0 mL		Stop foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 6		7 m	Start foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 7	Gas volume pumped 150.0 mL		Stop foaming
<input checked="" type="checkbox"/> 8		2 m	Stop measuring

[Click here to add a new procedure.](#)

Fig. 2: KRÜSS ADVANCE 软件中使用自动化程序，用于测量连续三个发泡周期的泡沫高度。

结果和讨论

Fig.3 显示了一组示例性的原始数据，以及检测到的用过的 B 型油 液-气和液-泡沫边界。

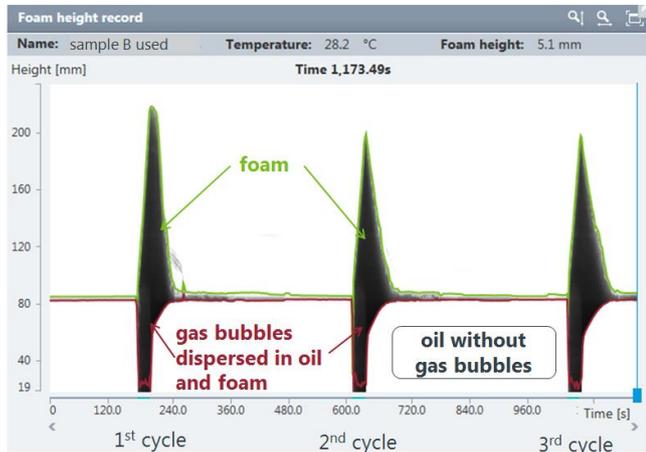


Fig. 3:三次连续发泡周期采集的 B 型使用过的油泡沫高度测量原始数据。绿线和红线分别表示检测到的泡沫-空气和液体-泡沫边界。

可以看出，这种液体连续三次发泡。每个峰值对应于通过向液体中引入 150mL 空气而产生的最大泡沫高度。这种泡沫很快就衰减了，经过一定的等待时间后，同样的液体又发泡了。在 Fig.3 中，我们还标记了每个周期中两个不同的灰色部分，它们要么来自纯泡沫，要么来自分散在泡沫下方液体中的微小气泡。在两个连续循环之间，液体再次变得透明，因此在原始数据图像中显示为白色。

对于这种低发泡液体，我们发现除了玻璃柱的初始预润湿外，这种循环测量显著增加了检测到的泡沫高度曲线的重现性。这是因为泡沫的产生和衰减也会受到液体与玻璃壁之间相互作用的影响，特别是其化学和物理表面的不均匀性。如 Fig.3 所示，第一个周期的最大泡沫高度高于第二个和第三个周期的最大泡沫高度。第二个和第三个周期的测量显示出很高的重现性。结果还表明，仅从第一个周期来看，样品到样品的重现性并不完美，但从第二和第三个周期来看，重现性非常好。如如图 4 所示，图 4 显示了在两个不同的实验中对 A 型新鲜油和用过的油测量的第二个和第三个循环。对于 B 型油，我们发现了相同质量的数据（为简单起见，此处未显示）。每个实验的第一个周期可以理解为玻璃柱的预处理/预润湿步骤，它保证了以下周期的良好重现性。

对于这两种类型的油，我们发现在第二和第三个周期中测定的总高度对于使用的油明显高于新鲜油。

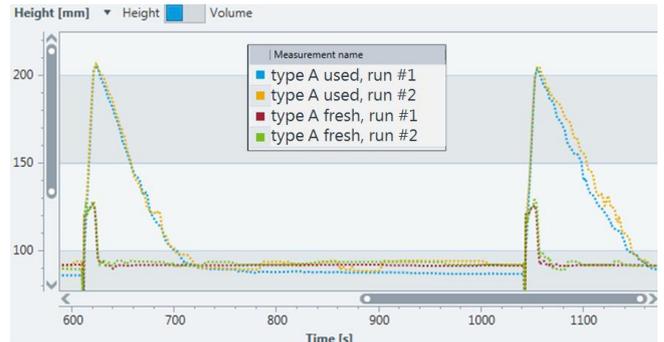


Fig. 4:两种用过的和新鲜的 A 型油第 2 个和第 3 个周期总高度曲线的比较。

Fig.5 只显示了 A 型和 B 型已用和的新鲜的油的一个测量值。由此可以看出，新鲜油的曲线非常相似，显示了极少量的泡沫，在鼓气停止后立即衰减。然而，使用过的油可以根据最大泡沫高度和泡沫衰减速度来区分。

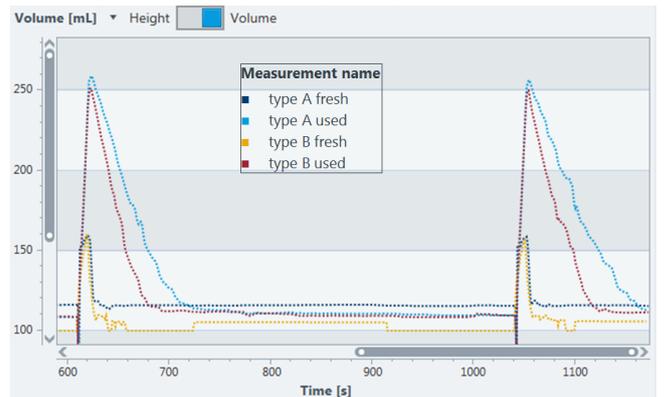


Fig. 5: A 型和 B 型用过的油和新鲜的油第 2 和第 3 周期总体积曲线的比较。

总之，根据本文描述的测量程序，我们提出了一种实验方法，该方法允许在一种类型的油的使用和新鲜样品之间以及在不同的使用过的油之间进行可靠且高度可重复的区分。到目前为止，这不可能通过其他实验手段来完成，因此引发了一个更大的研究，即在我们的客户现场使用 DFA100 来比较两种以上不同的油和使用状态。在这项研究中，我们的客户对检测到的最大泡沫高度和总高度衰减到其最大值 10% 所需的相对衰减时间进行了组合分析。基于这项研究的结果，我们的客户现在可以利用一种可靠的实验方法，即通过测量冷却液的泡沫行为来监测冷却液的可用性。

总结

使用 KRÜSS 动态泡沫分析仪 DFA100 并以鼓泡作为发泡方法，我们找到了一个可靠的实验程序，帮助我们

客户监测生产机器中使用的羟基冷却液的使用相关变化。将每个填充到 DFA100 玻璃柱中的样品连续发泡三次，每次发泡循环之间有一定的等待时间，以确保生成的泡沫在下一个发泡循环之前完全消失。这三个循环中的第一个循环用作预处理/预湿润。仅使用最大泡沫高度和从第 2 次和第 3 次循环中得出的泡沫衰减到其最大值 10%所需的确定时间作为表征不同冷却液性能和/或使用状态的结果参数。利用本文描述的程序和结果参数，我们的客户现在将此研究扩展到更多的冷却液，并优化其过程监控和生产效率。

文献

[1] Katrin Oetjen, Christine Bilke-Krause, Mania Madani, Thomas Willers: Temperature effect on foamability, foam stability, and foam structure of milk. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 460 (2014) 280–285

[2] Investigating the foaming behavior of cooling lubricants and the effect of foam inhibitors (antifoams). KRÜSS Application Report [AR279](#)

[3] <https://www.kruss.de/services/education-theory/glossary/foam/>

您可以在我们的网站找到更多有趣的应用报告
<https://www.kruss.de/services/education-theory/literature/application-reports/>