

润滑油生物降解性及其重要性



动力, 与你同在

简介

虽然近几年连接器、软管和密封件技术取得了显著进步,但仍不能保证润滑系统不会发生泄漏。设备的不当装配、误用以及轻微磨损仍可能导致泄漏。现今对减少润滑系统泄漏的需求日益高涨。美国环境保护局(EPA)和其他国际监管机构已开始通过加强监管力度(包括规定潜在罚金、处罚和成本高昂的补救措施)来减少漏溢。越来越多的人意识到,润滑油接触土壤、水域、湿地以及其他敏感区域可能对环境造成负面影响。这促使润滑系统的制造商和用户换用更环保的替代产品,例如具有生物降解性且无毒性的润滑油。此类具有生物降解性且无毒性的润滑油可在某些应用中提供不亚于矿物油基流体的卓越性能。

客户已发现,具有生物降解性且无毒性的润滑油适用于建筑业、采矿业、林业、农业、水电站坝的众多环境敏感型应用,以及多种海洋应用,包括坞边货物处理、海港疏浚、离岸钻探、轴管、吊舱和甲板液压装置。

本文将探讨环保润滑油的两个主要特性之一,即生物降解性。水生动物毒性将在另一篇技术课题中讨论。当然,合适的环保润滑油在粘度、氧化性、抗磨损、抗起泡、抗乳化和其他必要特性方面的性能也可满足应用需求。



确定润滑油的生物降解性

生物降解是转化或分解进入自然环境的物质的三个流程之一,另外两个是物理(或风化)和化学(有时称为光氧化)流程。生物降解指自然环境中的生物体(或生物体中的酶)对物质的化学分解。此类生物体(包括细菌、酵母、原生动物和真菌)分解分子以获取营养,通常会生成二氧化碳和水分。特定化学结构比其他结构更易于微生物降解,例如在相同条件下,植物油和合成酯的生物降解速度一般快于矿物油。

美国联邦贸易委员会(FTC)在1992年《环保营销准则》(Guidelines on Environmental Marketing Claims)(16 CFR第260节)中规定了针对可生物降解产品的营销声明或标准。该FTC准则规定,可生物降解声明必须具有相关证据,以证明整个产品将完全分解、回归自然,即在常规处置后的合理短期内分解为自然原生元素。FTC并未明确规定此合理短期的时长。关于时间因素,FTC要求的条件为:“降解性、生物降解性或光降解性声明应符合相关必要条件,以免消费者对以下各项产生误解:(1)产品或包装在常规处置环境中的降解能力;和(2)降解的速度和程度。”

在美国以外,许多其他国家/地区都规定了如何在申请环保标签时使用可生物降解术语,包括德国(“蓝色天使”标准)、日本(环保标志)和多个地区(适用于润滑油的北欧白天鹅认证、欧盟环保标签、北欧环保标签)。

检验润滑油的生物降解性

许多测试可用于衡量生物降解程度。此测试通常在包含有氧污水污泥（取自当地废水处理厂）培养液（作为前述生物体的来源）的受控土壤或水媒介中执行。

不同的测试设计可衡量初级生物降解性或终极生物降解性。初级生物降解性是一项母体化合物或产品消失指标，但无法衡量降解程度（部分至完全降解，即降解为二氧化碳、水和无机物质）或产生降解副产品的倾向。此指标仅可确定测试期间消失的物质比例，或达到特定消失比例所需的时间。现今广泛应用的一项主要生物降解性测试是“CEC-L-33-A-93 二冲程循环舷外发动机油在水中的生物降解性测试”（也适用于其他润滑油）。该测试基于红外吸收率衡量测试物质的消失状况（CH₂-CH₃键或简单碳氢键的消耗），并将其与生物降解程度关联。此测试假设消失的整个产品已完全生物降解。实际上可能并非如此，因为此测试未衡量完全生物降解性，而只是测量了原始物质的消失状况。在美国，此测试的受认可度较低，因为终极生物降解性视为更能代表自然环境中的生物降解流程，且EPA和FTC等美国监管机构、欧洲的德国联邦政府环保局（UBA）和北欧白天鹅认证以及日本监管机构如今都要求使用终极生物降解性方法来确定润滑油及其成分的生物降解性。

检测润滑油的生物降解性

终极生物降解性说明在测试过程中发生完全降解（即降解为二氧化碳、水和无机物质）的物质比例，或达到指定降解比例所需的时长。终极生物降解性通常通过衡量“氧气需求”或“二氧化碳释放”进行间接评估。对于前者，测量28天测试期间消耗的氧气总量，并将其与测试物质完全氧化所需的理论氧气需求量进行比较。对于后者，将释放的

二氧化碳引导至碱性溶液中，对剩余的基料进行返滴定，以确定28天测试期间释放的二氧化碳量。

总体而言，无论是衡量二氧化碳产生量还是氧气消耗量，终极生物降解性测试应具有可比性。在比较两个物质时，最可靠的比较结果来自使用相同生物体、在相同系统中进行的并行测试。终极生物降解性测试还用于确定物质是具有固有生物降解性还是易于生物降解性。生物降解速度以“固有”或“易于”进行定义。固有生物降解性指在测试中28天或12周内生物降解超过20%。易于生物降解性或易于生物降解能力意味着在使用未驯化细菌（在开始测试前未接触过物质）的情况下，在28天内生物降解超过60%，且在达到10%后的10天内达到60%（“10天窗口”标准）。这意味着，如果测试物质的二氧化碳释放（摄氧）率在第5天达到10%，则必须在第15天前超出60%。只有几种测试用于衡量易于生物降解性。总体而言，易于生物降解性物质会比具有固有生物降解性的物质更快速、更完全地降解。生物降解性按降序排列为：植物油 > 酯 > 矿物油。对于配方产品，只要在一项易于生物降解性测试中达到 >60%生物降解能力，便可基于“ASTM D 6046基于环境影响的液压油标准分类”获批使用“快速”和“全面”字样。

埃克森美孚针对其美国产环保润滑油(EAL)产品，采用US EPA测试560/6-82-003，CG-20，有氧水生生物降解性测试（US EPA摇瓶测试）、OECD（经济合作与发展组织）301B二氧化碳释放（改良斯特姆法）测试，以及OECD 301F呼吸计量法（摄氧量测量）测试。US EPA测试560/6-82-03类似于“ASTM D 6139使用格莱德希尔摇瓶法确定润滑油或其成分的有氧水生生物降解性的标准测试方法”。这些特定测试已证实可提供一致结果。后两项测试都用于衡量易于生物降解性。

埃克森美孚环保润滑油产品可快速全面地生物降解，在易于生物降解性测试中的降解率高于60%。

符合易于生物降解标准

基于生物种群的变体变化，应采用一致的生物体来源、相同的时间范围获取具有可比性的生物降解性数据。对于大部分实验室测试流程，结果无法直接外推至自然环境，但提供了可靠估值。有关生物降解术语的完整说明，可参见“ASTM D 6046基于环境影响的液压油标准分类”。