

废弃润滑油资源化利用技术研究

田成刚（甘肃省特种设备检验检测研究院，甘肃 酒泉 735000）

摘要：随着我国工业生产、交通运输等各个领域的不断繁荣发展，润滑油的使用量和废润滑油的产生量持续同比增长，很多时候人们都是通过焚烧或是丢弃方式进行废润滑油处理，而废润滑油中含有的氯、磷、硫等多种物质会对自然生态环境造成不同程度的污染，在环境保护和生态文明建设要求越来越严格的当前时刻，以上两种废润滑油处理措施显然是不可取的，鉴于大部分废润滑油都具备回收价值，因此，本文就主要进行废弃润滑油资源化利用技术的研究和探索，旨在促进我国节能降耗工作的有效开展。

关键词：废弃润滑油；资源化利用；技术分析

0 引言

众所周知，润滑油在各种机械中被广为应用，在当前的润滑油市场上，润滑油大致可分为内燃机润滑油、齿轮油以及液压油和汽轮机油、电器绝缘油五大种类，由于高温高压等环境会导致润滑油品质的不断降低，因此必须进行更换才能保证润滑油作用的有效发挥，这就造成的废润滑油的产生，目前各种机械使用量的不断增加，致使废润滑油产生量呈现出逐年递增趋势，为了挖掘和实现润滑油最大的利用价值，同时也为了避免废润滑油随意丢弃所造成的环境污染，相关人员需要发起废润滑油回收处理和再利用的研究。

1 润滑油类型分析

不同的机械设备所包含的各个装置在运行的过程中会受到多种因素的影响而产生不同的运行状态，而润滑油也因为这些不同的状态产生了多种多样的分类，依照组成成分以及物理特性没有针对性的依据不同的工作环境使用不同的润滑油，常见的润滑油有以下几种：

1.1 内燃机润滑油

在内燃机中所常见的油品类型包含汽油和柴油所对应的机油，这些机油约占内燃机使用润滑油的一半数量，其主要功能是用来增加机械设备装置的润滑以及降低摩擦，其他功能包含冷却系统的辅助作用以及杂质清洗作用和密封作用。所以为了保证内燃机所使用的机油能够有效的抵抗摩擦，需要机油具备较好的中和酸性能力以及洁净度，同时还需要具备较好的分散性。清洁分散性是极有品质的关键反应，当内燃机在运转的过程中内部气缸的高温区域会出现氧化物的沉积，这些沉积在反复的加热过程中会逐渐硬化形成积碳，积碳的增加会使得气缸的燃烧室容量降低，所需要的压缩比无限增强，如果不对积碳进行有效的处理就可能出现爆震的问题使得发动机会频繁出现问题降低使用寿命。机油的清净分散性能够有效的将气缸中的沉积物进行清除，保证内燃机处于良好的工作状态延长发动机的使用寿命。

1.2 齿轮油

齿轮机油通常用于帮助机械装置的齿轮在传动过程中的润滑作用，防腐蚀作用，同时还能够有效的降低摩擦和增强散热，内燃机的齿轮多处于较高的负荷状态通

过在齿轮机油中加入抗磨添加剂，来保证齿轮间不会出现因油膜破裂而导致的齿轮齿面磨损。

1.3 液压油

机械设备中的液压系统能够将超常规的作用力传递到其他部位中，其核心的内部介质为液压油，这种油品不仅能够进行能量输送，也保证了液压设备能够具备较强的耐磨性能和润滑能力，同时油品的密封作用可以保证液压设备的防腐蚀能力，对于液压设备在工作过程中也起到了相应的冷却辅助作用。液压油的粘温性和抗泡性能能够保证液压设备在不同的温度环境下能够持续稳定的工作。

1.4 汽轮机油

在水力发电系统中所常用的水轮发电机以及火电厂中所使用的蒸汽轮机，相比较常规的设备对于润滑油的要求更高，这些大型机组所使用的机械润滑介质需要在机械高速运转的状态下提供相应的辅助作用，例如在汽轮机运行的过程中其内部机油为不可避免的和蒸汽发生接触容易受到氧化作用的影响产生酸性物质来对汽轮机的内部组件产生腐蚀作用，日常运行过程中也无法避免水分与机油产生接触，所以针对大型机组所需要的润滑油应当具备较好的氧化稳定性。

1.5 电器绝缘油

通常在基础机油中添加抗氧化剂所产生的机油可以作为电气绝缘油来使用，这种电气绝缘油能够在因电场作用而产生的高温环境下表现出较好的热量输出能力以及绝缘性能。电气绝缘油应当具备更高属性的粘温性和氧化稳定性，同时绝缘油是否能够有效的降低介质损耗也是绝缘油品质的重要反应。

2 废弃润滑油的主要来源

大多数情况下润滑油会在温度变化较大以及工作环境相对复杂的情况下产生作用，在不同的温度和压力以及其他力学作用的复杂环境中，润滑油就会受到诸如分解作用氧化作用而产生性能下降，对于不具备合格属性的润滑油通常被称为废弃润滑油。废弃润滑油并不是完全无法使用的润滑油，对于废弃润滑油进行成分分析可以发现其中发生性质变化的成分只占了油品总量的 5~10 个百分点，其他的大多数成分依然能够发挥有效的作用

和载体功能。

在对废弃润滑油进行分类的过程中通常会依据润滑油的来源将其分为两种不同的类型，一种是受到外界杂质或物质污染的润滑油，另一种是在机械装置运行的过程中其性质发生了化学改变以及受到物理杂质的影响而形成的润滑油类型。大多数情况下润滑油中所包含的烃类物质也会受到不同的氧化反应类型而产生两种不同的反应路径，其中一种为氧化后生成酯类物质，其核心原理是烷烃芳烃等受到氧化作用转化成了双官能团酸性物质，这些物质在进一步反应的过程中转化成了酯类物质。另一种是无侧链芳烃以及短侧链的芳烃在氧化作用的过程中逐渐转化为酚类，并随着进一步的氧化作用转变为沥青质或胶质物质。在润滑油中所添加的各类添加剂在受到各种作用的影响下作用逐渐消失，同时在受到外部污染物的影响后润滑油会产生诸如沥青质和胶质等相应的化学变化，这些变化所产生的新物质与油品发生反应又形成其他的物质，这些物质具备较强的粘稠性能有效的吸附在机械设备的金属结构表面，随后这些物质形成堆积转变为漆膜，就会让机械装置在运转的过程中出现摩擦增加以及温度上升等负面效果，特别是机械装置运行过程中所产生的细微金属颗粒会受到催化反应的影响使得润滑油的氧化程度加深，同时这些金属颗粒可能会附着在存储润滑油设备的各个位置，最终会因为堵塞而导致机械设备出现严重的故障，综合这些因不同环境状态下所产生的物质影响了润滑油的正常功能和属性成为了废弃润滑油。

3 废弃润滑油常见处理措施

3.1 直接丢弃

在对机械设备使用过程中所产生的废气润滑油在处理流程进行调查可以发现，不少企业在对废弃润滑油处理的过程中没有对润滑油进行无害化处理而是直接将废弃的润滑油倾倒至土壤或水体中。因为润滑油中所包含的各类芳烃物质以及重金属等一系列物质，使得这种行为对周边的环境和水体产生了严重的污染，虽然土壤自身具备一定污染的消除能力，但如果倾倒的废弃润滑油数量较大，就无法及时的对有害物质进行降解或消除，所以直接丢弃废弃润滑油违背了环境污染治理的相关政策。

3.2 焚烧分解

因为废弃润滑油能够被点燃所以其可以作为燃料使用，大量的废弃润滑油及其生产过程中所产生的废弃物作为燃料来满足社会各行各业的能源需求，这表面看上去是一种较好的资源回收再利用流程，但是如果从润滑油的生产以及加工过程的复杂度来看，焚烧废弃润滑油所产生的经济效益与生产过程相比较没有体现出较好的经济性，与此同时在焚烧废弃润滑油的过程中所包含的各类有害物质及含重金属添加剂因不能够充分的燃烧会形成多种对环境生态产生有害物质，对焚烧区域会造成严重的空气污染，这些污染物中有些物质会长期飘浮在

空气中，会对人们的身体健康造成严重的威胁。

3.3 再生利用

我国正处于经济高速发展的过程中，因此工业生产或其他行业在经营生产的过程中会产生大量的废弃润滑油，无论是将这些废弃润滑油进行直接排放还是以焚烧的方式都会对环境造成严重的破坏。除此之外生产润滑油的基础油来自石油提取过程，但考虑到我国的石油资源储量有限，如果按照润滑油的生产来消耗石油资源就会面临石油资源枯竭的后果。为了能够有效的降低石油资源的使用同时避免在处理废弃润滑油的过程中对环境造成严重的破坏，再生的方法是当前处理废弃润滑油较为科学合理的方法。通过对润滑油市场的统计可以发现当前润滑油回收占据润滑油的销量大约在 70%，废弃润滑油的回收效率远低于世界平均水平。所以为了能够有效的提升润滑油的使用效率，降低污染程度，缓解石油资源的应用以及废弃润滑油在处理过程中的难度，响应国家节能减排环境治理的各项政策和发展方向，应当通过各种手段包含物理化学以及有机物的净化技术来对废弃润滑油的再生过程进行有效的效率提升，最终实现降低污染，以及降低对石油资源的依赖等多个目标。

4 废弃润滑油的资源化利用的技术措施

4.1 酸洗再生

这种方法的主要机制原理是废弃润滑油中所包含的硫氮等化合物在与硫酸发生反应的过程中会出现中和乃至溶解的效果，产生的物质能够有效地溶解于硫酸，同时通过酸洗法能够将废弃润滑油中所包含的固体杂质进行有效的分离。酸洗法具备较为简单的处理过程，经济性较好，但是这种方法无法进行大规模应用，使用此方法来处理废弃润滑油多集中于中小企业或个体租房，通过这种方法所获得的再生物质质量较差同时再生效率不高，再生过程也会产生相应的污染物，综合看来这种方法已经遭到了淘汰。

4.2 溶剂精制再生

因为废弃润滑油中所包含的沥青质胶质等相关氧化物能够与某些有机溶剂进行反应，所以可以通过对废弃润滑油中的成分进行了解之后采用对应有效的萃取溶剂来从分析润滑油中提取不同的组分，常见的萃取溶剂技术包含复合或单一溶剂方法。

4.2.1 单一溶剂再生法

在单一溶剂对废弃润滑油进行再生环节中较为常见的技术是糠醛精制技术。这种技术能够有效的实现废弃润滑油的再生过程，应用较为广泛，具体的精制过程可以通过将废弃润滑油置入 85 度的再生环境中，以糠醛容器和废弃润滑油以 2:1 的比例开始再生过程，这是经过多项实验所验证的最佳溶剂和润滑油比例，这种比例所产生的润滑油再生效率处于较高的水平。采用这种方法的主要优势在于经济性以及较为广泛的适应性，缺点是糠醛溶剂对于废弃润滑油的溶解能力较差，所需要的糠醛溶剂数量以及在再生过程中对溶剂回收的能量消耗

无法进行有效的控制同时这种溶剂具备较强的腐蚀性,除了对机械装置产生腐蚀之外还会对人体产生严重的危害。在对多种单一溶剂进行比较的过程中除了乙醇和糠醛之外,N-甲基吡咯烷酮具备更好的性能和效率,采用N-甲基吡咯烷酮能够有效的对废弃润滑油中的沥青质和胶质等有害物质进行去除,N-甲基吡咯烷酮具备较强的化学稳定性,在温度较高的环境中也不容易出现分解的现象,同时这种物质污染危害较低。缺点是仍然具备较强的腐蚀性以及应用过程的能耗较高的问题。

4.2.2 复合溶剂再生法

饱和烃是废弃润滑油中的主要成分,通过萃取溶剂和同烃类物质能够有效地改善废弃润滑油的粘度使其获得较好的溶解性能。相比较单一溶剂复合溶剂具备较高的效率以及灵活的搭配组合。例如通过四甘醇与环丁砜进行组合后对废弃润滑油进行再生流程所获得的有效成分超过了80%,同时通过这种再生办法所产生的油品凝点以及粘度指数都获得了较大的提升,甚至在对再生后的润滑油进行等级评定时其符合了HVI的相关油品标准。

4.3 吸附再生相关方法

因为废弃润滑油中所包含的沥青质以及胶质等多种化合物,为了能够有效地改善这些化合物,可以通过具备较好吸附能力的物质如活性炭、富里酸来通过吸附过程将废弃润滑油中的含氧官能团吸附住,从而对油品质量进行改善,吸附法在采用活性炭进行再生的过程中能够使得废弃润滑油中的多环芳烃化合物与活性炭进行反应实现去除目的。通过硅胶来开展再生润滑油的再生过程也获得了较好的吸附效果,使得再生后的润滑油品其各类性能指标得到了较好地提升,实现了废弃润滑油的再生利用。

4.4 加氢再生方法

为了能够有效的降低废弃润滑油中的硫氮氧等相关污染物的含量,某些机构采用加氢的方法,配合临氢降凝精制过程以及补充精制过程有效地降低了废弃润滑油中的氮硫等相关原子化合物的含量,因为芳烃类物质得到了较好的饱和和反应使得润滑油的稳定性和粘温性得到了有效的提升,同时润滑油的凝点得到了有效的降低,这是因为临氢降凝过程使得油品中的烷烃物质得到了有效的去除,而最终的补充精制能够有效的改善再生润滑油的色度指标。甚至可以通过某些加氢催化剂以及加强改制催化剂来对再生过程中的油品的粘度指数进行有效的提升使得再生之后的润滑油油品能够符合二类基础油的多项性能指标,这些方法的主要优势是在再生的过程中不会对环境产生明显的污染。

4.5 膜分离再生方法

当前较新的再生分离技术最重要的一项是膜分离技术,该技术能够通过所选用的膜来将废弃润滑油在膜的两端产生明显的浓度差,通过设备中所包含的电荷以及外部压力将废弃润滑油中的有害物质吸附于膜上,最终

使得废弃润滑油实现了再生效果。较为常见的分离膜包含聚丙烯腈以及TiO₂等等,这种再生方式具备较为灵活的分离过程,所需要的设备也较为简单同时能够具备较高的分离效率,只不过膜的使用过程中容易受到污染的影响,膜的流通量会在这种影响下快速降低。

5 废润滑油资源化利用优化措施

5.1 废油回收的网络化集成模式

当前我国在废弃润滑油的回收方式上存在较为单一途径的特点,有不少润滑油的回收过程并不符合相关法律法规的规定同时回收效率也较低,加之废弃油脂的来源较为分散,所以在回收的过程中存在着回收成本较高的特点。为了有效地改善废弃润滑油的回收效率,可以通过搭建互联网平台来将零散的废弃润滑油来源进行有效地整合,然后通过对分散的润滑油产生来源的相关信息收集之后进行统一集中,这种信息收集方式能够有效的解决产量大小不一的废弃润滑油的源头问题,同时统一收购也能够有效地降低在运输过程中所产生的额外成本,互联网回收对于废弃油品的回收流程给予了科学的管理方式,当前亟待解决的问题是国家应当对废弃润滑油的相关行业和领域制定相应的法律法规,来保障废弃润滑油回收与再生过程的科学化和规范化。

5.2 区域中心回收策略

依据我国制定的相关废弃润滑油指导方案,进行废弃润滑油的收集过程中应当对废弃油品进行清晰的分类,同时将这些收集的废弃润滑油交由指定的再生机构进行废弃润滑油再生过程,要避免将废弃润滑油流入缺乏相关证照的机构组织以及个人作坊,同时建立各个地区的废油回收机构,可通过该地区的政府生态环境网络进行查询的机制。除此之外还应当建立全国范围内的废弃润滑油回收管理框架,依据废弃润滑油的产量来进行有效的均衡,使得整体的废弃润滑油回收再生行业能够实现较为平衡的发展。

6 结束语

在环境污染问题和资源与能源缺乏问题日渐突出的现代社会中,保护环境和节能降耗以及废物回收再利用已经成为有效改善以上问题的重要举措和有效措施,而我国的废润滑油产生量非常庞大,若是任其随地丢弃或是进行焚烧处理,不可避免的会致使环境污染问题更加恶化,所以当务之急就是合理分析如何实现废润滑油的回收再利用。

参考文献:

- [1] 王华. 抽提絮凝—白土精制工艺再生废润滑油的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
- [2] 董玉. 分子蒸馏—絮凝联合再生废润滑油实验研究[D]. 重庆: 重庆工商大学, 2015.

作者简介:

田成刚(1992-)男,汉族,甘肃定西人,本科,初级工程师,研究方向:油品检测。