

油品抗氧化性能提升策略及其在电力设备中的应用

李亚楠

北京唐浩电力工程技术研究有限公司 内蒙古 赤峰 024000

摘要：油品在电力设备中起着绝缘、润滑、抗燃等重要作用，但其抗氧化性能直接影响到设备的安全稳定运行。本文旨在探讨油品抗氧化性能的提升策略，并详细阐述这些策略在电力设备中的应用。通过选择优质油脂、改进基础油的氧化安定性、使用抗氧化剂、控制使用条件以及使用复合抗泡剂等手段，可以有效提高油品的抗氧化性能，保障电力设备的稳定运行。

关键词：电力设备；油品；抗氧化；提升策略；应用

引言

油品在电力设备中的氧化问题不容忽视。油品在使用和贮存过程中，不可避免地会与空气中的氧接触，发生氧化反应，产生复杂的氧化产物。这些氧化产物若不及时除去，将严重损害油品的物理、化学性质和使用性能，缩短其使用寿命，甚至影响电力设备的安全稳定运行。因此，提升油品的抗氧化性能对于保障电力设备的安全运行至关重要。

1 电力设备中油品抗氧化性能提升策略

1.1 选择优质油脂

优质的油脂，其抗氧化性能必须出众。这意味着在设备运行过程中，即便面对高温和氧气的持续作用，油脂也能有效抵抗氧化反应，减少过氧化物和自由基的生成。这些有害物质不仅会降低油品的润滑性能，还可能对设备的金属部件造成腐蚀，进而缩短设备的使用寿命。因此，选择具有优异抗氧化性能的油脂，是保障设备稳定运行的关键。除了抗氧化性，优质油脂还应具备高度的稳定性。这包括在恶劣工况下仍能保持油品性能的稳定，不易发生变质或分解。稳定性好的油脂，能够在设备运行过程中持续发挥良好的润滑和绝缘作用，为设备的长期运行提供有力保障。耐热性也是优质油脂不可或缺的一项性能。电力设备在运行过程中往往会产生大量的热量，如果油脂的耐热性不足，就容易在高温下发生氧化或分解，导致油品性能下降。因此，选择具有高热稳定性的油脂，对于确保设备在高温环境下的稳定运行至关重要。当然，在选择优质油脂时，还需要关注其各项性能指标是否符合新油的标准要求。这包括运动粘度、粘度指数、中和值、空气释放值等关键指标。运动粘度反映了油品的流动性，粘度指数则体现了油品粘度随温度变化的稳定性。中和值可以反映油品的酸碱性，而空气释放值则关系到油品中溶解的空气是否能迅

速释放，避免对设备造成不良影响。只有这些指标都达到标准要求，才能确保所选的油脂是真正优质的，能够为电力设备的长期稳定运行提供有力支撑。

1.2 改进基础油的氧化安定性

在探讨电力设备中油品抗氧化性能的提升策略时，不能忽视基础油氧化安定性的重要性。基础油作为油品的主体成分，其氧化安定性直接决定了油品的整体抗氧化性能。因此，通过深入改进基础油的化学组成和加工工艺，可以显著提高其氧化安定性，进而增强油品的抗氧化能力。首先，从化学组成的角度来看，可以通过调整基础油中的烃类结构，增加抗氧化性能较强的组分比例。例如，引入具有更多环状结构和支链的烃类，这些结构能够更有效地抵抗氧气的攻击，从而减缓氧化反应的速度。同时，还可以考虑在基础油中加入特定的抗氧化添加剂，这些添加剂能够与自由基发生反应，从而中断氧化链式反应，进一步提高油品的抗氧化性能。其次，在加工工艺方面，也可以采取一系列措施来改进基础油的氧化安定性。例如，利用高效的脱氮剂等助剂对基础油进行精制处理，可以有效去除其中的杂质和不稳定成分。这些杂质和不稳定成分往往是氧化反应的催化剂，它们的存在会加速油品的氧化过程。通过精制处理，可以显著降低这些有害成分的含量，从而提高油品的抗氧化性能^[1]。此外，还可以优化基础油的加工条件，如调整反应温度、压力和时间等参数，以获得更具氧化安定性的基础油。这些加工条件的优化不仅能够提高基础油的品质，还能够降低生产成本，实现经济效益和环境效益的双赢。

1.3 添加抗氧化剂

在电力设备用油的抗氧化性能提升策略中，添加抗氧化剂是一项既直接又有效的措施。抗氧化剂，作为一类能够抑制油脂氧化反应的特殊物质，它们能够与自由

基发生反应,从而中断氧化链式反应,显著提高油品的抗氧化性能。在选择抗氧化剂时,应优先考虑那些效率高、稳定性好且对人体健康无害的物质。例如,维生素E作为一种天然的抗氧化剂,它不仅能够有效地抑制油品的氧化过程,还具有良好的生物相容性和安全性。茶多酚则是另一种值得推荐的抗氧化剂,它来源于茶叶等天然植物,具有强大的抗氧化能力和广泛的适用性。当然,抗氧化剂的添加量也是一个需要严格控制的关键因素。虽然抗氧化剂的加入能够显著提升油品的抗氧化性能,但过量的添加却可能带来不必要的风险。一方面,过多的抗氧化剂可能会与油品中的其他成分发生不良反应,影响油品的整体性能;另一方面,某些抗氧化剂在过量时可能对人体健康产生不良影响^[2]。因此,在确定抗氧化剂的添加量时,应充分考虑油品的类型、使用条件以及抗氧化剂的性质和安全性,确保添加量控制在合理的范围内。此外,还应关注抗氧化剂在油品中的稳定性和持久性。优质的抗氧化剂应能够在油品中长时间保持活性,持续发挥抗氧化作用。因此,在选择抗氧化剂时,应对其进行严格的筛选和测试,确保其能够满足油品长期使用的需求。

1.4 控制使用条件

在电力设备用油的管理中,不仅要关注油品本身的抗氧化性能,还要充分认识到使用条件对油品抗氧化性能的重要影响。高温和强光照是加速油品氧化的两大主要因素,因此,必须严格控制油品的使用条件,以确保其抗氧化性能得到充分发挥。首先,对于油品的储存环境,应尽可能选择阴凉处,并使用不透明的储油罐进行贮存。这样可以有效避免油品长时间暴露在高温和强光照的环境中,从而减缓氧化速度。同时,储油罐的密封性也要得到保证,以防止空气中的氧气和杂质进入油品,进一步加速氧化过程。其次,除了储存环境外,还应关注油品的使用过程。在电力设备运行过程中,油品会不断受到高温和机械应力的作用,这也会加速其氧化过程。因此,应定期对油品进行检测和分析,及时了解其性能变化。一旦发现油品性能出现明显下降,就应及时更换新油,以避免因油品老化而对设备造成损害。此外,对于电力设备用油的更换周期,也应根据设备的实际运行情况和油品的性能变化进行合理确定。一般来说,油品的更换周期应在其性能下降到一定程度之前进行,以确保设备始终处于良好的润滑和绝缘状态。

1.5 使用复合抗泡剂

在电力设备用油的管理中,不仅要关注油品的抗氧化性能,还要注意到油品的抗泡沫性能对其抗氧化性能

的间接影响。油品中的泡沫不仅会影响设备的正常运行,还可能加速油品的氧化过程,从而缩短油品的使用寿命。因此,合理使用复合抗泡剂,成为优化油品抗泡沫性能、进而提升抗氧化能力的重要策略。复合抗泡剂是由多种不同性质的抗泡剂按一定比例复配而成,它能够充分发挥各种抗泡剂的优点,同时避免或减轻它们的缺点。与单一抗泡剂相比,复合抗泡剂具有更好的抗泡沫性能和空气释放性能,能够更有效地抑制油品中泡沫的产生和积聚。在电力设备用油中,复合抗泡剂的加入可以显著降低油品表面的张力,使泡沫难以形成和稳定^[3]。同时,它还能够促进油品中溶解的空气快速释放,避免空气在油品中长时间停留而引发氧化反应。这样,通过优化油品的抗泡沫性能,可以间接提高油品的抗氧化能力,延缓其氧化过程。此外,复合抗泡剂的使用还能够减少设备运行中因泡沫引起的故障和停机时间,提高设备的可靠性和运行效率。这对于确保电力设备的长期稳定运行具有重要意义。

2 油品抗氧化性能在电力设备中的应用

2.1 变压器油

在电力设备的众多油品中,变压器油无疑占据着举足轻重的地位。它不仅是变压器内部的主要绝缘介质,还承担着冷却和散热的重要任务。因此,变压器油的抗氧化性能对于确保变压器的稳定运行和延长使用寿命具有至关重要的意义。变压器油在长期使用过程中,会不可避免地受到氧气、高温和金属催化剂等因素的影响,从而发生氧化降解。这一过程中产生的酸性物质、过氧化物和沉淀物等,都会严重损害变压器的绝缘性能。例如,酸性物质会腐蚀变压器的绝缘材料,导致绝缘性能下降;过氧化物则会加速油品的进一步氧化,形成恶性循环;而沉淀物则可能堵塞变压器的散热通道,影响散热效果。因此,提高变压器油的抗氧化性能,成为保障变压器稳定运行和延长使用寿命的关键。通过选用优质的变压器油,并加入高效的抗氧化剂,我们可以有效抑制油品的氧化降解过程。这不仅能够保持油品的绝缘性能稳定,还能够减少因氧化而产生的有害物质对变压器的损害。此外,定期检测变压器油的抗氧化性能也是必不可少的。通过定期取样分析,我们可以及时了解油品性能的变化情况,并根据检测结果采取相应的维护措施。这样,我们就能够确保变压器油始终处于良好的工作状态,为变压器的长期稳定运行提供有力保障。

2.2 汽轮机油

在汽轮机的运行过程中,汽轮机油扮演着至关重要的角色,它不仅负责润滑各运动部件以减少摩擦和磨

损,还承担着冷却任务,帮助散发设备运行时产生的大量热量。因此,汽轮机油的抗氧化性能成为影响汽轮机运行效率和寿命的关键因素。汽轮机油在高温、高压和金属接触的环境下工作,极易发生氧化反应,导致油品性能下降。氧化降解会产生酸性物质和沉积物,这些物质不仅会腐蚀设备部件,还会堵塞油路,影响油品的流动性和润滑效果。沉积物的积累还可能造成汽轮机部件的磨损加剧,甚至引发故障停机,严重影响汽轮机的运行效率和可靠性。为了提高汽轮机油的抗氧化性能,我们可以通过两种主要途径来实现。一是添加适量的抗氧化剂,这些抗氧化剂能够捕捉并中和油品中的自由基,从而减缓氧化反应的速度,延长油品的使用寿命。二是改进基础油的氧化安定性,通过优化基础油的化学组成和加工工艺,提高其对氧化的抵抗能力,从根本上提升汽轮机油的抗氧化性能。此外,定期对汽轮机油进行抗氧化性能的检测也是必不可少的^[4]。通过监测油品中的氧化产物含量和沉积物生成情况,我们可以及时了解油品性能的变化,并根据检测结果调整抗氧化剂的添加量或更换新油,以确保汽轮机始终处于最佳的运行状态。

2.3 其他电力设备用油

在电力系统中,除了变压器油和汽轮机油之外,还有许多其他关键设备也依赖于特定油品来确保其正常运行。这些油品,如断路器油、电缆油等,虽然在应用场合和性能要求上各有差异,但它们的抗氧化性能无一例外地都是保证设备长期稳定运行的关键因素。断路器油,作为断路器中的灭弧介质和绝缘介质,其抗氧化性能直接关系到断路器的开断能力和绝缘可靠性。在断路器频繁操作的过程中,油品会经历高温和电弧的作用,容易发生氧化降解。因此,提升断路器油的抗氧化性能,对于减少氧化产物积累、保持油品清洁度和提高断

路器使用寿命具有重要意义。电缆油则主要用于充油电缆中,作为绝缘和冷却介质。电缆油在长期运行过程中,同样会受到温度、电场和氧气等多种因素的影响,发生氧化反应。氧化产物的积累不仅会降低油品的绝缘性能,还可能引发电缆内部的局部放电和故障。因此,提高电缆油的抗氧化性能,对于保障电缆的安全稳定运行至关重要。针对这些电力设备用油,我们可以采用类似的提升策略来提高它们的抗氧化性能。例如,通过精选基础油、添加高效抗氧化剂、优化加工工艺等措施,从源头上提升油品的抗氧化能力。同时,加强油品的定期检测和维护,及时发现并处理油品中的氧化问题,也是确保电力设备正常运行的重要环节。

结语

油品的抗氧化性能对于保障电力设备的安全稳定运行至关重要。通过选择优质油脂、改进基础油的氧化安定性、添加抗氧化剂、控制使用条件、使用复合抗泡剂等措施,可以显著提升油品的抗氧化性能。在电力设备中,应根据具体的应用场景选择合适的油品和抗氧化策略,以保障设备的安全运行和延长使用寿命。

参考文献

- [1]袁小芳,刘子恩,宋玉梅,等.全自动电力用油抗氧化安定性检测系统的研究[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2021,26(03):16-19.
- [2]董仲明.试论电力用油的氧化与抗氧化剂化验[J].低碳世界,2016,(21):48-49.
- [3]袁飞,李沐,王华兴,等.天然酯绝缘油的基础特性及其应用研究[J].中国油脂,2020,45(06):58-61+68.
- [4]魏聪,曾宁玉,韦康,等.天然酯混合绝缘油的长效抗氧化性能研究[J].电工电能新技术,2024,43(05):76-83.