

齿轮油对商用车燃油经济性的影响及其经济效益研究

吉泽鹏（中海油气泰州石化有限公司，江苏 泰州 225300）

摘要：齿轮油在商用车辆传动系统中扮演着至关重要的角色，不仅影响系统的可靠性和寿命，还直接关系到燃油消耗水平。本研究旨在详细分析齿轮油对商用车燃油经济性的具体影响，以及通过优化齿轮油选择和使用策略所带来的经济效益。通过探讨低摩擦损耗、工作温度管理、减少冷启动磨损等因素的作用，研究表明，合理选择和管理齿轮油可以有效提升车辆的燃油经济性，进而提高运营效率和降低成本。

关键词：齿轮油；商用车燃油；经济效益

0 引言

随着商用车运营成本的不断增加，燃油成本已成为企业关注的核心问题之一。齿轮油作为传动系统中的关键润滑剂，对燃油消耗具有直接影响。然而，不同类型的齿轮油在性能、成本和适用性方面存在差异，如何优化齿轮油的选择和使用策略，以提高燃油经济性、降低维护成本，已成为商用车队管理者关注的重点。本研究旨在通过分析齿轮油对商用车燃油经济性的影响，提出有效的优化策略，帮助企业在激烈的市场竞争中保持优势。

1 齿轮油对商用车燃油经济性的具体影响

齿轮油是商用车辆传动系统中的重要润滑剂，对商用车的燃油经济性有着显著的影响。其主要功能是减少传动系统内齿轮的摩擦和磨损，确保动力的有效传递。然而，齿轮油的选择和使用方式不仅影响传动系统的可靠性和使用寿命，还直接关系到车辆的燃油消耗水平。

1.1 低摩擦损耗

齿轮油的粘度和润滑性能对齿轮传动过程中的摩擦损耗有直接影响。高质量的齿轮油能够在保证齿轮间润滑的同时，最大程度地减少摩擦力，从而降低能量损失。较低的摩擦损耗意味着发动机输出的更多动力能够有效传递到车轮，减少了因为摩擦损失而导致的能量浪费。因此，使用低摩擦、高润滑性能的齿轮油可以提高车辆的传动效率，进而改善燃油经济性。

1.2 工作温度管理

齿轮油不仅要在高压和重负荷下保持良好的润滑性，还需具备良好的热稳定性。商用车通常在长时间高负荷运行下，传动系统温度可能会大幅上升。如果齿轮油在高温下失去粘度或发生氧化，其润滑性能会大大降低，导致摩擦增加，进而增加燃油消耗。选择耐高温、抗氧化性能优异的齿轮油，可以在高温条件

下维持良好的润滑效果，有助于降低燃油消耗。

1.3 减少冷启动磨损

商用车在冷启动时，传动系统温度较低，齿轮油的粘度会相对较高，导致润滑效果不佳，增加了初始运行时的摩擦和磨损。这种情况下，发动机需要消耗更多的燃料来克服额外的摩擦力。使用具有良好低温流动性的齿轮油，可以在冷启动时迅速形成有效的润滑膜，减少磨损和摩擦，降低冷启动时的燃油消耗。

1.4 油品配方的影响

现代齿轮油通常添加了多种功能性添加剂，如极压添加剂、抗磨剂、抗氧化剂等，这些添加剂的存在对燃油经济性有重要影响。例如，极压添加剂能够在齿轮高负荷运行时提供额外的保护，减少金属接触和磨损，从而提高传动效率。抗磨剂则通过减少齿轮间的磨损来降低摩擦，从而提高燃油经济性。此外，抗氧化剂的添加可以延长齿轮油的使用寿命，保持其润滑性能，减少因频繁更换油品而导致的经济损失。

1.5 齿轮油更换周期

合理的齿轮油更换周期对燃油经济性也有着间接影响。随着齿轮油使用时间的增加，油品的粘度、润滑性和抗氧化性会逐渐下降，导致摩擦增加、燃油消耗上升。因此，按时更换齿轮油，保持传动系统的良好润滑状态，是维持燃油经济性的必要措施。此外，过早更换齿轮油虽然可以确保润滑效果，但会增加运营成本，因此需要根据车辆的使用条件和齿轮油的具体性能，制定科学合理的更换周期。

2 经济效益分析

在商用车的运营中，燃油成本是影响整体经济效益的关键因素之一。通过优化齿轮油的选择和使用策略，不仅可以提高燃油经济性，还能为车队带来显著的成本节省和经济效益。以下将从燃油节省策略及成本收益比两个方面详细分析齿轮油优化的经济效益。

2.1 通过齿轮油优化带来的燃油节省的策略

2.1.1 选择低粘度、高效能的齿轮油

商用车通常在长时间、高负荷的条件下运行，因此，选择合适的齿轮油对燃油消耗至关重要。研究表明，低粘度的合成齿轮油由于其较低的内部摩擦，能够显著提高传动效率，减少能量损失，进而降低燃油消耗。然而，在选择低粘度齿轮油时，必须确保其具备足够的高温稳定性和抗剪切性能，以在高负荷条件下仍能提供有效的润滑和保护。因此，在实际应用中，低粘度的高性能合成齿轮油成为优选，这种油品不仅能减少燃油消耗，还能延长齿轮的使用寿命。

2.1.2 定期监测与分析齿轮油状态

为了最大限度地发挥齿轮油的燃油节省效益，定期的油品监测与分析是必要的。通过油品分析，可以实时了解齿轮油的粘度变化、污染程度及其润滑性能，从而判断是否需要更换齿轮油。避免过早或过晚更换齿轮油，可以确保传动系统始终处于最佳状态，减少由于油品老化导致的燃油消耗增加。现代油品监测技术如光谱分析和铁谱分析，能够精确识别齿轮油中的磨损颗粒和污染物，帮助车队管理者制定科学的换油计划，从而有效控制燃油消耗^[2]。

2.1.3 采用优化的齿轮油更换周期

齿轮油的更换周期与燃油经济性密切相关。过于频繁的更换会增加运营成本，而更换周期过长则可能导致润滑性能下降，增加燃油消耗。因此，通过优化更换周期，可以在保证传动系统效率的同时，最大限度地减少燃油消耗。例如，对于长途运输车队，可以根据运行里程和油品分析结果，制定更为精准的换油计划，从而在维持低燃油消耗的同时减少不必要的维护成本。

2.2 齿轮油优化后的成本收益比分析

2.2.1 初始投资与长期节省的对比

高性能合成齿轮油的初始采购成本通常比传统矿物油高出 30% 至 50%。然而，合成齿轮油在燃油经济性和传动系统保护方面的优越性能能够迅速弥补这一成本差异。研究表明，使用高效能合成齿轮油可以将燃油消耗减少 2% 至 5%。对于长途运输的商用车队而言，这一节省比例在一年内即可转化为显著的燃油成本减少。例如，一辆年行驶 10 万公里的重型卡车，如果其平均油耗为 30 升/100 公里，则每年消耗 3 万升燃油。通过使用合成齿轮油，如果能够实现 3% 的燃油节省，每年可减少 900 升的燃油消耗，按当前市场燃油价格计算，这相当于每辆车每年可节省数千元

的燃油成本^[3]。

除了直接的燃油节省外，合成齿轮油还具有较长的换油周期。传统矿物齿轮油通常需要每 6 万至 8 万公里更换一次，而高性能合成齿轮油的换油周期可以延长至 12 万至 15 万公里，甚至更长。更长的换油周期不仅降低了购买油品的频率，还减少了车辆因换油停机的时间和相关的维护成本。这对商用车队来说，减少停机时间意味着更多的运营时间和更高的运营收入。此外，减少频繁的维护操作，也降低了因人工和设备维护费用带来的附加成本。

从长期投资回报的角度来看，使用合成齿轮油的策略显然更为经济。虽然初始投资较高，但通过燃油节省和维护成本的减少，通常在较短时间内即可回收初期的额外成本，并且随着时间的推移，经济效益将愈发显著。因此，采用合成齿轮油不仅能提高车辆的燃油经济性，还能在车辆全生命周期内带来更高的经济回报。

2.2.2 综合运营成本的优化

优化齿轮油选择不仅能直接降低燃油消耗，还对降低车辆的综合运营成本起到关键作用。合成齿轮油具有更好的抗磨损性能，这意味着在高负荷、长时间运行的情况下，齿轮和传动系统部件的磨损将大大减少。这不仅延长了传动系统的使用寿命，也减少了因部件磨损导致的维修频率和费用。对于商用车队来说，减少维修频率直接转化为更低的维护成本，同时也避免了因车辆故障而导致的运营中断。

合成齿轮油还具有优异的抗氧化能力，即使在高温和苛刻环境下，油品也能保持稳定的性能，防止氧化和分解。这进一步保护了齿轮和传动系统，减少了因润滑不良而引发的设备故障。减少意外故障的发生，不仅降低了维修费用，还提高了车辆的出勤率。车辆出勤率的提高直接关系到运输效率的提升，进而提高了企业的收入和市场竞争力^[4]。

此外，优化齿轮油的使用还可以减少对设备的整体磨损，延长整车的使用寿命。随着车辆使用年限的延长，设备折旧成本相对降低，从而进一步优化了车辆的综合运营成本。对于大型商用车队而言，设备折旧成本的降低，长期来看能够显著提高车队的运营效益。

2.2.3 环境效益的经济回报

随着全球环保法规的日益严格，降低碳排放成为了商用车队管理的重要任务之一。齿轮油优化策略在降低碳排放方面也具有显著的效果。通过减少燃油消耗，每辆车每年减少的碳排放量可以达到几百公斤到

数吨不等。这不仅有助于车队达到政府规定的排放标准，避免因超标排放而受到的罚款，还可能获得税收减免或环保补贴，进一步提高企业的经济效益。

对于环保意识强烈的市场而言，车队的环保形象也可能带来额外的商业机会。例如，许多客户在选择物流服务供应商时，会优先考虑那些环保意识强、碳排放低的企业。因此，优化齿轮油选择以减少碳排放，不仅是符合环保法规的被动应对措施，更是企业提升市场竞争力的主动策略。这种积极的环保形象能够为企业带来更多的合作机会，增强企业的市场地位和竞争力。

3 案例分析：某物流企业的齿轮油优化实践与经济效益

近年来，中国某大型物流企业（以下简称“该企业”）在面对日益增长的运营成本压力和环保要求的推动下，决定采用新型高性能合成齿轮油替代传统矿物齿轮油，以期提高燃油经济性并降低车辆维护成本。通过对该企业的实际操作数据进行分析，可以清晰地看到齿轮油优化带来的显著经济效益。

3.1 齿轮油优化策略的实施

该企业拥有超过 500 辆重型卡车，主要用于长途货物运输。这些车辆在日常运营中，燃油消耗是最大的成本之一。为了提高燃油经济性，该企业决定使用一种最新开发的高性能合成齿轮油，该油品以其低摩擦系数和高耐久性而著称。与传统的矿物齿轮油相比，这种合成油具有更长的换油周期和更好的抗磨损性能，特别适合高强度的长途运输任务。

3.2 实施效果与经济效益分析

在实施新型齿轮油的第一年内，该企业对 500 辆重型卡车进行了详细的燃油消耗监测。结果显示，平均每辆车的燃油消耗减少了约 4%。以每辆车年行驶 10 万公里，平均油耗为 30 升/100 公里计算，每辆车每年节省燃油约 1200 升，按照当时每升燃油 7 元计算，每辆车每年可节省燃油成本约 8400 元。

全车队 500 辆车一年共计节省燃油费用 420 万元。这一数字对企业整体运营成本的降低起到了显著作用，大大提升了企业的利润率。

3.3 维护成本的降低

除了燃油成本的节省外，该企业还发现，由于新型合成齿轮油的换油周期显著延长（由原来的每 6 万公里换油一次延长至 12 万公里），每辆车的换油频率减少了一半以上。仅此一项，每年节省的换油和维

护人工成本就达到了 50 万元左右。同时，合成齿轮油优异的抗磨损性能大幅降低了齿轮和传动系统的磨损，减少了故障率，进而降低了维修费用。

具体数据显示，由于齿轮油优化，该企业传动系统相关的故障率降低了约 20%，相关维修费用减少了约 100 万元。这些节省的成本直接转化为企业的净利润，进一步提升了企业的经济效益。

3.4 环境效益与附加收益

在使用新型合成齿轮油后，该企业的碳排放量也有所下降。根据测算，燃油消耗的减少直接导致每辆车每年减少约 2.5t 的碳排放。对于整个车队来说，年减少碳排放总量高达 1250t。由于该企业积极响应环保政策并达到了国家规定的低碳排放标准，还获得了当地政府颁发的环保补贴，总额达 50 万元。

3.5 成效

通过齿轮油的优化，该企业不仅在燃油消耗上取得了显著的节省，降低了维护和运营成本，还获得了政府的环保奖励。全方位的经济效益提升使得企业在激烈的市场竞争中保持了优势地位，证明了齿轮油优化在提高商用车燃油经济性方面的重要性和实际操作价值。该案例充分说明，齿轮油的选择和使用策略优化，不仅能直接带来成本上的节省，还能从长期和环保效益角度为企业创造更高的综合经济效益。

4 结语

本研究通过对齿轮油的选择和使用策略进行优化，验证了其对提高商用车燃油经济性的重要性。通过使用高性能合成齿轮油，不仅可以降低燃油消耗，还能延长齿轮的使用寿命，减少维护成本，从而在车辆全生命周期内实现更高的经济效益。此外，减少碳排放的环境效益也为企业带来了额外的经济回报。本研究的结果表明，优化齿轮油使用策略是一种有效的成本控制和效益提升手段，对商用车队的长远发展具有重要意义。

参考文献：

- [1] 施茜, 张小坤, 郭丹丹. 商用车超长效齿轮油应用研究 [J]. 石油商技, 2024, 42(S1): 34-39.
- [2] 林国就, 揭斌华, 邹小芸, 等. 80W-90 车辆齿轮油低温表观黏度的相关性研究 [J]. 润滑油, 2024, 39(02): 52-56.
- [3] 陈颖, 雷凌, 张国茹, 等. 中国石化长城超长寿命商用车齿轮油行车试验研究 [J]. 石油商技, 2024, 42(01): 18-22.
- [4] 刘佳兴, 王思颖, 陈磊, 等. 风电齿轮油在齿轮箱内运行状态分析 [J]. 润滑油, 2024, 39(01): 17-20+31.