

液压泵性能优化与节能技术研究

靳鹏超 张红涛 高震 周畅 杨爽

河南航天液压气动技术有限公司 河南郑州 451191

【摘要】在高速发展的今天，中国各个领域的技能都发生了较大的提升，完成了各项技能的优化和改进，通过技术人才对专业的研究，深化了对技术的理解和应用。其中，液压系统是技术人员在工业生产中十分重视的；其广泛的运用于电力、汽车、航空等领域，是工业生产过程中极为重视的一种控制系统。技术人员通过优化和技术研究，提高了工业生产的效率、降低生产成本、也极大程度上减少了对环境的污染。本文将从几个方面分析液压机的耗能问题，阐述液压机运动耗能的概念和节能方案，通过对液压泵性能优化和节能技术的研究，让读者能更加快速的了解液压泵及其优化，从长远看对国家的能源控制利用也起一定的指导作用。

【关键词】液压泵；优化设计；生产能耗

引言

中国是一个人口大国，在资源利用方面趋于世界首位，人口的增长速度和需求成正比；因此，对于不可再生能源只能越来越少。想要改善或者解决此类问题，则需要我们寻求高效的资源利用方法；本次课题“液压泵性能优化与节能技术研究”，将会列举几种优化方案和技术研究步骤。液压机是液压技术领域极为重视的工具，其通过改变液体内部的压强将机械能转化为液压能，其被广泛运用于各大工业、航空等领域；但是由此带来的能源消耗，主要表现为内泄漏和外泄漏，反复的使用使得元件的寿命和耐用性减少，这又增加了能源的消耗。

1 液压系统概述

1.1 液压系统

液压系统是一种利用液体传递能量和信号的一个工程系统，通过液体传递能量，具有高效、平稳、灵活等特点，其工作过程主要有：供油、压力传递、执行液压执行器、释放能量等。其有体积小、重量轻、调速宽、寿命长等优点；但是此系统对温度变化十分敏感、制造难度大、成本高、还存在安全泄漏问题，需要对其进行严格的制造和优化，减少对环境带来的损害。一个完整的液压系统由如下几个元件组成：

动力元件：动力元件一般有齿轮泵、叶片泵、柱塞泵和螺杆泵几个主要构成部分，它主要的工作原理是将原动机的机械能转化成压力能，他为整个液压系统提供动力。

执行元件：执行元件一般包含液压缸、液压马达、液压执行阀等器件；其中液压缸主要将液压能转换成机械能；执行阀主要控制流向，其主要有电器部分和液压部分组成，来控制磁芯的运动。

控制元件：控制元件主要分为压力控制、方向控制和流量控制；其中，流量控制主要有节流、分流阀门组成，方向控制主要用于控制液压系统中的方向。根据不同的控制方式，还可以分成比例控制、定值控制等方法。

辅助元件：辅助元件主要包括加热器、冷却器、油管、温度计、压力表等。其中，液压过滤器，顾名思义主要用于过滤中的杂质和污染物，保证一个干净的液压环境，从而提高系统的工作效率和机器使用寿命；冷却器主要用于降低液压油的温度，同样保证机器的使用寿命。总之辅助元件主要是提高液压系统在工作中的使用效率、提高稳定性，增大机器的使用寿命，将系统能受到的危害减小到最小值。这些辅助元件在液压系统中起到了基石和保障的作用。

液压油：是一种液压介质，主要有矿物油、乳化液等几大类；它和一般的润滑剂作用类似，主要在液压系统中传递能量、防锈、抗磨等作用。

1.2 系统结构

液压系统的系统结构可以分为液压传动系统和液压控制系统两类。

液压传动系统：主要功能是传递能量和运动；其动力部分主要通过回路图的方法来表示个元件间的关系。

液压控制系统：满足液压系统输出的功能和性能要求。

因此，在分析阶段和设计系统需求时，一般用方框图；基本的执行顺序：控制元件的换向、执行元件的伸缩等。

2 优化液压泵能耗的方法和措施

2.1 液压系统中的常见故障和产生能耗的来源：

(1) 常见故障：系统在高速运转过程中，由于环境和机器磨损程度的不同，系统会产生各种损失，常见的损失有：

A、压力损失：液压泵在流动过程中通过管道所造成的

摩擦损失，消耗掉部分液压能量，这部分能量即称为压力损失；其主要有两种表现损失：沿途损失和局部损失。其中，沿途损失是液体在管道中流过一定的距离所产生的摩擦带来的损失；局部损失是突发状况（流向改变、路况变化等）流体受阻所产生的损失。压力损失是沿途损失与局部损失之和。

B、流量损失：流量损失的程度一般取决于液压元件密封性的好坏；密封性差的元件，在实际使用中所含流量会比正常密封的少，其主要原因是一部分液体会在使用过程中流向外部；同时，元件中的相对运动也会使油液泄漏。这类损失会严重影响周围环境、不仅影响产品的生产率，严重的还会影响工作的安全问题。因此，在启动机器之前，要检查元件的密封程度，保证达到运行标准，减少对环境带来的危害。

C、液压冲击：在面临突发情况（如突然停机、启动、变速或者转向等），使得系统的压力，在短时间内承受高速变化，这种情况产生的压力峰值一般高于正常工作的几倍；会引起系统发生不必要的振动，严重的会造成元件的损坏和机器失灵；当系统压力受到影响时，其液压的冲击也会随之变动，引起系统温度升高；因此，要避免此类现象的发生，需要施工人员在工作时尽量延长制动时间，减慢换向阀的关闭速度、增强流向，以此来减小关阀时机器带来的高压压强差；也可以通过计算和测量算出液压油最适当的流速，适当的减少流速可以减小液压的冲击力；对于阀门的形状设计，可以较少运动部件在运动时产生的速度，保证压力的提速在一定程度内；总之，要减小液压冲击带来的危害，就需要从根本上找到原因来避免其流速的急剧变化，通过手段延缓时间，观察得到压力的变化峰值，提前实施相应的措施和解决方案。

D、空穴现象：液压的空穴现象是指在液压油内的空气在一定环境条件下以气泡的形态融合进油液中，随着液体流动到高压作用力的管道中因为内外压强差会迅速破裂，破坏了液体流动的连续性，从而降低了油管的流速；且气泡破裂的振动会影响元件的寿命；为了避免这种现象，在液压泵的设计阶段应该尽量保证管道路径的平顺和宽阔，减少急弯和窄道；同时，在对材料的选取中，需要选择更高质量的表面材质、耐腐蚀的材质等。

E、气蚀现象：在液压系统中，高速流动的油液在管道中会带有少量的气体，形成气液混合物，这些混合物会在一定条件下腐蚀液压管道内部的金属器件，产生噪音和振动；这些噪音虽然很大，但是并没有严重的液体渗漏问题。产生气蚀的原因很多，当液体在过滤阶段不彻底时、

当系统压力强度异常时、当安装阶段不够规范时都会产生气蚀；为了解决此类问题，需要工作人员在管道设计和材料准备阶段就严格保证油品的质量、并定期对油管进行严格的维护，保证质量指标都达到最低及格线以上。

最后，在实际工作中，我们更应该加强对各种现象的了解，从原理和结构等方面找出解决方法并做出改善和优化，在实践中不断提升器械的使用寿命，保证系统能正常工作并且提供有效可靠的保障。

（2）产生能耗的来源：

计算能耗的主要公式：液压泵功率×使用液压泵时间+液压缸功率×使用液压缸时间+阀门的功率×阀的运行时间；其中，液压泵的功率可以通过液体在泵中的流动速度和时间可以计算得出、液压缸功率同样通过在缸内的速度和压力计算；阀的压力可以通过阀的开度和压力差计算。

液压泵的能耗：液压泵的能耗主要在于泵内部压力损失、液压冲击等原因产生的摩擦力问题，其所产生的能耗在总液压机所占能耗比重最重。高效使用液压泵，增强其使用寿命，可以有效的对液压系统节能。

阀门的能耗：阀门在不停的开关中也会引起系统的损失，产生能量的损耗。

管路和连接件的能耗：上述提到，气蚀现象会使管道中产生摩擦损失，不仅如此，管道的长度、体积等因素都会引起管道的能源消耗。

执行器的能耗：在执行过程中，系统会产生各种损失（摩擦引起的损失、密封不当产生的损失、泄漏产生损失和系统惯性产生的损失等），这些在执行过程中所产生的损失叫做执行器的能耗。

总之，想要减小系统能耗的损失是一个复杂而重要的过程，这需要设计者综合考虑设备本身的特性，结合当前环境因素和器械特点，设计出适应操作者和设备的改善方案；通过合理有效的方法，减小液压机的能耗问题，提高生产效率，减低对环境的危害。

2.2 液压泵的性能优化：

在中国，液压系统的节能技术已经广泛应用于各个领域，但是想要进一步降低液压泵的能耗、提高设备使用效率，还可以从以下几个方面进行优化：

液压泵的选择：在选择液压泵时，应该首先考虑是否可以降低能耗问题、减小阻力的损失和管内摩擦带来的能量消耗。

节流元件的设计：设计者需要对液压器的阀门进行设计和优化，尽可能多的减少阻力带来的损耗，同时提高系统进行效率。

管道和连接器件设计：对于管道的选取可以采用较为成熟先进的设计。

执行器的优化：可以对执行器进一步加工优化，用科学的方法对其进行改造，以此来减小摩擦带来的损失和各种密封泄漏问题。

3 节能技术优化

3.1 液压系统的能量回收再利用

能量回收是实现液压系统节能的重要手段，再系统运行过程中产生的废热，可以将其进行回收，将废热的能量转化为其他形式的能量；通过利用再生装置和改进能量回收装置，对系统中的能量进行回收和再利用。

3.2 液压系统检查与定期维护

(1) 定期检查：对设备的优化，需要对系统进行定期检查与维护，确保设备处于良好的工作状态，以达到能够运行的标准。

(2) 增强员工对设备的熟悉度：液压系统的节能是一个需要长期保持，并且对设备操作有较强的熟练度，让培训者掌握液压系统的基本工作原理和方法，提高液体的能效。

3.3 液压系统中的性能改善

(1) 提高系统的能量转换率：在上述分析中，液压系统在运行中会产生很多不必要的能源消耗，所以有效能源转化，使得系统中有更多有效的能量转化为系统内部能量，可以达到减小能源消耗的目标；通过运行前和运行后设备的输入输出功率准确计算系统的能量转化率，按照各种比例大小选择适合的方案，结合之前的经验可以精确的降低其能量消耗。

(2) 提高系统的影响速率：不仅在生活中，在液压系统中液体的流速也会影响设备的性能；通过测试设备响应速度，计算设备的精度，根据设备本身的特性利用科学的方法对其进行调整和优化。

(3) 提高系统的可靠性和稳定性：为了在高速长时间的使用过程中保持稳定的工作状态，不产生巨大的失误或者机器问题，必须进行系统的可靠性和稳定性分析；在设备检测阶段对其进行故障挑战，分析评估其可靠性，对结论采取相应的策略，合格的设备投身置下一个检测或者运行中，以此来间接减小系统的能源优化问题。

3.4 选择多态泵的组合

通过组合多台液压泵，对液压系统的能耗降到最低，可以段勇数字变量泵、液控变量泵等多种形式的液压泵来减少多余流量的损失。利用容积调速和多台泵的流量组合，进行无级调速。

在选择高效的液压元件中，应该尽量选择能耗较低、效

率较高的液压元件，以此减少能源的消耗。例如，采用效率更高的液压泵和液压马达，可以提高系统的能量转换效率。对降低系统损耗时，可以通过一些措施进行降低；例如，在管道设计时，尽量缩短管道长度，减小管道直径，以减小摩擦损失，采用高效的节流阀和溢流阀门，减少能量损耗；对于优化系统控制策略，可以采用变频控制技术，根据实际负载情况调节液压泵和液压马达的转速，减少能源浪费；采用电子梯级控制技术，实现多个执行元件的精确控制，提高系统的效率。

除上述几种方法之外，还可以合理选择液压油的黏度、选择设置过的过滤器和冷却器、优化管路等方案；对液压泵的节能优化设计从本质上看就是对液压系统的优化、节能，通过有效的方法降低能源的消耗，提高了其使用寿命，也减低了对环境的危害；因此，液压系统的优化是系统准备过程中必不可忽视的一部分。

4 结束语

近年来，液压技术的节能化设计越来越受重视，液压系统的节能优化设计就是促进高效生产、提倡环保的重要手段，通过综合利用节能技术，将液压机的能耗降到峰底；通过优化液压系统的节能技术可以更加了解设备各个时段的工作状态；同时也对设备带来明显的经济效益和社会效益。对于上述所介绍的液压系统中产生能耗的过程，对其生成原因和耗能优化提出了建议，并对重点阐述了如何进行液压泵的节能优化，只有时刻记住节能优化的目的，才能实现能源的高效利用；希望以上的概述能给读者以启发，并促进读者更容易理解液压泵和节能技术，希望对其今后的学习和了解中起到一定作用；同时也希望我国的液压节能技术能不断地探索和研究，在实践中找到更加有效的发展技术。

参考文献：

- [1] 曹原, 工程机械液压动力总成瞬态工况性能提升关键技术开发及应用. 山东省, 潍柴动力股份有限公司, 2022-01-22.
- [2] 卢书湘, CLG922D液压挖掘机. 广西壮族自治区, 广西柳工机械股份有限公司, 2015-08-27.
- [3] 葛磊. 分布式变转速容积驱动液压挖掘机控制原理及其特性研究[D]. 太原理工大学, 2018.
- [4] 李建松. 液压挖掘机飞轮储能式动臂能量回收系统研究[D]. 中国矿业大学, 2022.
- [5] 黄忠华, 吴文俊, 霍其康, 等. 阀芯配合间隙对液压泵变量特性影响研究[J]. 太原科技大学学报, 2023, 44 (4): 356-359.