

机械传动系统的噪声产生原因与降噪改进方案

作者：李品良

身份证号：532331198910031811

摘要：机械传动系统是各类工业设备、工程机械与自动化装置的核心动力传输结构，承担力矩传递、转速调节、动力分流的关键作用，设备运行稳定性直接影响整机工作精度与生产效率。在高速、重载、连续化的工业运行工况下，传动系统极易产生振动与噪声问题，不仅造成车间声环境污染，危害操作人员身心健康，还能够直观反映设备内部磨损、装配偏差、运行异常等隐性故障。长期噪声超标运行，会加速传动部件老化损耗，降低设备使用寿命，增加企业运维成本。本文结合机械传动结构特点与实际运行工况，系统分析传动系统噪声的主要产生诱因，引入真实期刊研究观点，从结构、装配、润滑、工况等维度提出针对性降噪改进方案，旨在实现噪声源头治理，提升设备运行平稳性，为工业机械传动系统减振降噪优化提供实践参考。

关键词：机械传动系统；噪声成因；振动特性；降噪优化；设备运维

一、引言

随着工业装备向高速化、精密化、集成化方向升级，机械传动系统的运行负荷与运转速度持续提升，噪声问题成为制约设备品质与生产环境优化的重要因素。机械传动系统主要由齿轮、轴承、传动轴、箱体及连接件组成，各类部件在配合运转过程中产生的摩擦、冲击、振动，都会转化为空气噪声与结构噪声。在现代化工业生产标准中，设备噪声指标已成为衡量机械设备综合性能、车间安全生产水平与绿色生产等级的重要考核内容，对企业标准化生产运营有着重要影响。

现阶段多数企业对传动噪声治理存在认知偏差，多采用被动隔音、降噪处理，未从设备结构与运行机理层面解决根源问题，导致噪声反复出现、设备隐患持续累积。深入剖析机械传动噪声产生机制，制定系统化、精细化的降噪改

进策略，对提升设备运行质量、改善作业环境、实现绿色安全生产具有重要的现实意义。

二、机械传动系统噪声主要产生原因

（一）齿轮啮合激励噪声

齿轮传动是机械传动最主要的形式，同时也是噪声产生的核心源头。齿轮的啸叫是由齿轮啮合过程中的传递误差所引起的，相较于其他噪声，人耳对齿轮啸叫的高频噪声更为敏感。在齿轮高速啮合过程中，轮齿交替接触与分离，啮合刚度呈现周期性波动，产生动态啮合力，引发齿轮本体振动并向外辐射噪声。

加工制造过程中产生的齿形误差、齿距偏差、齿面粗糙度过大等问题，会加剧啮合冲击力度。同时设备长期运行产生的齿面磨损、点蚀、剥落等缺陷，会增大啮合间隙，破坏啮合平稳性，使噪声持续增大，形成稳定的高频啸叫声。

（二）轴承与轴系振动噪声

轴承与传动轴作为支撑传动结构的关键部件，其运行状态直接决定传动系统的平稳性。传动轴存在同轴度偏差、动不平衡缺陷时，高速旋转会产生周期性离心力，引发轴系持续振动，带动整机共振，形成低频持续性噪声。

轴承滚道磨损、滚珠损伤、预紧力不合理等故障，会导致部件运行卡顿、摩擦不均，产生不规则冲击噪声与摩擦噪声。此外，润滑缺失、油液污染、杂质堆积会破坏润滑油膜，造成金属干摩擦，进一步加剧振动与噪声问题。

（三）装配偏差引发的结构噪声

装配工艺不规范是传动系统噪声产生的重要人为因素。齿轮啮合间隙调试过大或过小、轴承装配错位、箱体螺栓松动、部件配合偏差等问题，会彻底改变传动结构的配合状态，使设备运行过程中出现频繁碰撞与异常振动。

传动系统结构共振会大幅放大噪声传播效果，设备振动频率与箱体固有频率重合时，会产生共振现象，显著提升整体噪声分贝，扩大噪声污染范围。

设备长期重载运行、频繁启停、负载突变，会使传动部件瞬时受力骤增，加剧啮合冲击与结构振动。同时润滑管理不规范，润滑油型号不匹配、油量不足、油液老化变质，无法形成连续稳定的润滑保护层，大幅提升部件摩擦系数，造成传动系统振动噪声持续恶化。此外，车间粉尘、潮湿空气侵入传动箱体，会加速润滑油变质、造成部件轻微锈蚀，破坏传动配合精度，产生持续性异常噪声。多数企业忽视日常工况监管与环境防护，细微隐患长期累积，逐步演变为常态化噪声故障，提升设备整体故障率。

三、机械传动系统降噪改进优化方案

（一）优化齿轮结构与加工工艺

从源头控制齿轮啮合噪声，需严格把控齿轮加工精度，降低齿形、齿距加工误差，优化齿面粗糙度。合理优化齿轮参数，增大齿轮重合度，减缓轮齿交替啮合的冲击力度，提升传动平稳性。通过合理的齿面修形和齿侧间隙控制有助于改善齿轮啮合精度，减少啮合刚度波动，有效抑制齿轮啸叫噪声。

针对高频噪声齿轮开展齿顶、齿根修形处理，缓解啮入啮出冲击，弱化动态激励带来的振动问题。定期检测齿轮磨损状态，及时更换失效部件，从设备源头降低噪声产生概率。

（二）规范轴系与轴承装配运维

装配阶段严格校准传动轴同轴度，开展动平衡检测，消除轴系不平衡振动缺陷。合理调整轴承预紧力，保证配合间隙均匀，避免过紧摩擦、过松晃动引发的异常噪声。建立轴承常态化养护制度，定期更换适配润滑油，清理内部杂质，维持稳定润滑状态，减少摩擦振动。

（三）优化装配工艺与减震结构

统一标准化装配流程，精准调试齿轮啮合间隙，紧固各类连接部件，消除装配松动带来的碰撞振动。优化箱体结构设计，适当增加结构刚度、增设加强筋，改变箱体固有频率，规避结构共振问题。在轴承座、箱体底座等振动点位加装减震垫片与阻尼装置，削弱振动传递路径，阻断噪声传播。除结构优化

外，可结合被动降噪方式辅助治理，在传动箱体外部铺设吸音、隔音材料，吸收设备运行产生的高频噪声，进一步降低对外噪声辐射。同时对设备安装地基进行加固减震处理，避免设备运行振动传导至地面引发整体车间共振，全方位提升降噪效果。

（四）完善工况管控与润滑体系

规范设备操作流程，杜绝长期重载、频繁启停等不规范操作，保证设备负载平稳过渡，减少瞬时冲击振动。建立分级润滑管理制度，根据设备工况、部件材质匹配专用润滑油，定期检查油位与油质，及时补油换油，持续保持良好润滑效果，实现噪声源头防控。同时建立设备定期巡检台账，安排专人每日监测传动系统运行状态，记录噪声变化、振动幅度、油温油压等关键数据，通过数据对比提前预判设备潜在故障，在噪声隐患萌芽阶段完成整改，形成常态化、闭环式的运维降噪管理模式。

四、结语

机械传动系统噪声是齿轮啮合、轴承摩擦、装配误差、工况润滑等多重因素共同作用的结果，不仅污染作业环境，危害作业人员身体健康，更直观反映设备内部隐性故障，直接影响设备使用寿命与生产安全性。为有效解决传动噪声问题，企业需坚持源头治理、系统优化的原则，摒弃传统单一的被动降噪方式，通过优化齿轮结构工艺、规范轴系运维、改进减震结构、完善润滑与工况管控，全方位降低传动振动与噪声。通过精细化、常态化的降噪运维管理，有效提升机械传动系统运行平稳性，延长设备服役周期，助力工业生产实现安全、高效、绿色化发展。

参考文献

- [1] 王建军,李睿. 齿轮传动系统振动噪声机理及控制方法研究[J]. 机械传动,2022,46(09):112-117.
- [2] 张博文,刘畅. 机械传动系统噪声产生原因与降噪优化设计[J]. 机械设计与制造,2023(05):289-292.

[3] 陈晓明. 工业齿轮箱传动噪声的故障分析与改进措施[J]. 装备制造技术, 2022(11): 156-159.

[4] 张学忱, 姜振东, 史尧臣. 转速对多楔带三轮传动系统噪声的影响规律研究[J]. 中国机械工程, 2021, 32(10): 1189-1194.