

消音器失效模式及分析概述

陈伟豪 许锦皋 陈 勇

浙江银轮机械股份有限公司 浙江 台州 317200

【摘 要】：随着我国经济快速发展，人民生活水平的提高，人们对于环境噪声污染的关注愈加密切。传统非道路机械的噪声主要来源于发动机，为解决噪声问题，目前非道路机械产品都在发动机后方加装消音器。消音器在使用过程中由于多方面原因导致产品失效，经过多年售后问题处理的经验，整理了消音器常见的几种失效模式，分析失效发生的原因，掌握失效排查方法，以快速应对产品问题，解决客户烦恼。

【关键词】：消音器；失效失效；解剖

DOI:10.12417/2811-0528.25.21.004

Overview of Muffler Failure Mode and Analysis

Weiha Chen, Jingao Xu, Yong Chen

Zhejiang Yinlun Machinery CO.,LTD, Zhejiang Taizhou , 317200

Abstract: With the rapid development of China's economy and the improvement of people's living standards, people are paying increasingly close attention to environmental noise pollution. The noise of traditional non-road machinery mainly comes from the engine. To solve the noise problem, currently, all non-road machinery products are equipped with mufflers behind the engine. Due to various reasons during the use of mufflers, product failure may occur. Based on years of experience in handling after-sales issues, we have sorted out several common failure modes of mufflers, analyzed the causes of failure, and mastered the methods for troubleshooting failures, in order to quickly respond to product problems and solve customers' troubles.

Keywords: Muffler ,Failure analysis ,Dissection

近年来，我国经济快速发展，人民生活水平显著提高，人们对于保护环境的意识越来越强，噪声污染也成为了人们关注的问题。有研究表明，城市白天噪声高于 80 dB 时，不仅会损害人的听力系统，还会使人感到烦躁，注意力无法集中，严重影响人们的学习、

工作和生活；夜间城市噪声高于 50 dB，将影响人们的睡眠质量，造成失眠、多梦，严重时会引起记忆力衰退等。随着非道路国四法规的正式实施，不仅对引起空气污染的各种有害物质的限制有了明显提高，对于非道路移动机械的噪声排放也提出了明确的要求。主要参考《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）。例如，城市建筑施工夜间（22:00-6:00）噪声限值为 55 分贝，昼间（6:00-22:00）限值为 70 分贝，且任何情况下超标幅度不得超过 15 分贝。

下面将以消音器的典型失效类型进行分析，探究故障发生的原因以及排查步骤，以便快速找到可行方案解决实际问题。

1 消音器产品主要失效模式

1.1 产品断裂

主要表现为产品外部的进气管、出气管、壳体和支架等零

件，以及焊缝位置在产品运行一段时间后出现的疲劳开裂情况（见图 1）。

涉及原因：①材料疲劳和腐蚀。材料长期暴露在高温、振动或者具有腐蚀性的环境中（如尾气中的硫化物遇到水形成酸性溶液），可能导致材料内部产生应力变化或厚度变薄，最终引发断裂。②设计缺陷。设计结构不当（如存在应力集中区域未优化），材料强度无法满足要求或焊接位置设计不合理，均可能导致开裂。③制造工艺问题。焊接工艺缺陷（虚焊、气孔、咬边等）、热处理不当、材料冲压后减薄或材料加工过程中形成的微裂纹，会在使用过程中扩展为宏观裂纹。④外部冲击/过载。消音器受外力碰撞、发动机异常振动导致共振，或排气背压突然增加（如颗粒物堵塞），都可能导致受力超过材料承受极限。⑤维护不足。未定期清理内部积碳或排水孔堵塞，导致冷凝水积聚加速腐蚀，进而降低材料强度；固定螺栓松动导致振动加剧，超过材料承受极限。



图 1 产品断裂

1.2 产品异响

主要表现为产品出现异常的声响。

涉及的原因：①内部零件松动。内部零件如挡板开裂脱落，导致振动的振动异响或内部腔体结构变化，消音性能发现降低。②组件松动。如固定螺栓松动、焊缝开裂，导致组件振动发生异响。③设计缺陷。选配的消音器与发动机机型不匹配，流量超过消音器设计要求产生异响。④消音材料劣化。玻璃纤维等消音材料在高温下粉化，失去消音性能；或者消音材料松散脱落进入消音器内部，堵塞孔管或排气管，导致产品性能下降。

1.3 积碳堵塞

主要表现为产品内部出现大量碳烟粉末，堵塞挡板和管子等零件（见图2）。气流受阻，排气背压增大，引发不规则震动或异响。

涉及原因：主要由于发动机系统问题及油品不合格等原因造成的：其中使用含硫量过高的柴油，柴油不完全燃烧物更容易氧化、缩聚、聚合形成胶质积碳，造成消音器堵塞。



图2 积碳堵塞

2 失效分析步骤

2.1 现场调查及故障信息收集

首先确定产品的使用环境条件。①环境温度范围（是否长期处于极端温度下工作）；②接触的环境介质（是否接触腐蚀

性物质）；

③匹配的发动机机型（流量、转速等信息）。其次，收集故障件信息，包括产品的件号、生产制造日期、具体的故障现象描述。

2.2 失效模式初步判断

首先，根据已知的故障单信息，对故障件进行初步判断，确定失效模式，拍摄产品整体和关键失效位置的照片，检测外部涉及的关键尺寸，判断尺寸是否符合图纸。外部检查表面腐蚀情况，焊缝是否有裂纹和壳体是否有变形。其次，使用内窥镜观察产品内部情况，挡板和孔管是否有断裂，内部是否有积碳和异物，积碳的数量和堆积状态（块状/粉末状），拍照记录。

2.3 故障件解剖分析

首先，根据已知产品结构和失效模式，在恰当位置对故障件进行切割，测量内部挡板的位置等关键尺寸，判断尺寸是否符合图纸；对内部的沉积物进行取样，送实验室进行成分谱分析，以确定沉积物的主要成分构成。其次，对发生失效位置的材料进行取样分析，判断材料是否符合设计要求，是否具有疲劳裂纹的现象。再对焊缝位置进行取样，进行金相分析，判断母材厚度和焊缝质量是否满足要求。

2.4 失效原因确定及解决

根据分析结果确定对应的优化方案。①对于消音器内部冷凝水堆积导致材料腐蚀失效，设计优化在对应位置增加排水孔，及时排出积水。②对于材料疲劳失效，可以更换性能更好的材料，或增加材料的厚度。③对于焊缝位置的开裂失效，应当优化焊接参数，更换焊丝或者焊接工艺，重新进行焊接评定、金相分析，确保焊缝质量满足要求。

3 结论

消音器的失效模式较多，分析流程较为繁琐。因此，本文整理汇总了消音器常见的一些失效模式，对可能的原因进行了分析，列举一些解决的方法，并且给出了失效件故障分析的具体过程方法，希望能够为相关设计人员解决消音器失效问题提供帮助。

参考文献：

- [1] 沈虹,张静江,杨秀敏,等.汽车主消声器失效分析[J].理化检验(物理分册),2002,(11):518-520+524.
- [2] 许锦泉,刘明泽.国六柴油机后处理原理及常见失效故障解析[J].工程建设与发展,2023,2(11):107-109.
- [3] 胡亦晨.城市噪声污染监测与评价方法研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(23):193-195.