

装备与防护

大型船用齿轮箱长效储存技术

陈洋¹, 陈雪华²

(1.海军装备部驻广州地区军事代表局, 广州 510300; 2.重庆广播电视大学, 重庆 400039)

摘要: **目的** 确保大型船用齿轮箱在储存10年后, 除寿命件外其余零部件的功能和性能技术状态良好。**方法** 通过分析传统储存技术的不足和整机长效储存的特点, 借鉴新型封闭防锈技术和监控技术, 采用分类处理的方式, 针对不同系统, 采用迷彩高阻隔的柔性防潮材料形成密闭空间、利用油性气相防锈油, 以及利用不同材料的试片实时监控等新型长效储存技术, 使齿轮箱长效储存状态良好。**结果** 针对零件、整机、分包装监控, 使得齿轮箱在长效储存后技术状态良好, 齿轮箱整机或零部件可以随时作为备件使用。**结论** 大型船用齿轮箱长效储存技术有助于大型船用齿轮箱长期可靠储存。

关键词: 船用齿轮箱; 长效储存; 防锈

中图分类号: TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)13-0288-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.13.040

Long-term Storage Technology of the Large Marine Gearbox

CHEN Yang¹, CHEN Xue-hua²

(1.The Military Representative Bureau of Naval Equipment Department in Guangzhou, Guangzhou, 510300 China;
2.Chongqing Radio and Television University, Chongqing 400039 China)

ABSTRACT: The purpose of this paper is to ensure that the long-term storage technology of large marine gearbox can ensure the good technical condition of the gearbox after ten years of storage, except for the life parts. By analyzing the shortage of traditional storage technology and the characteristics of long-term storage of the whole machine, and learning from the new sealed anti-rust technology and monitoring technology, the paper adopts the method of classification treatment, divides different systems, adopts flexible moisture-proof material with high ES in camouflage to form a closed space, uses oil-soluble gas anti-rust oil and uses different materials to monitor the samples from time to time, so that the gear box is in good condition for long-lasting storage. According to the monitoring of parts, machine and sub-package, the gearbox is in good technical condition after long-term storage, and the gearbox or parts can be used as spare parts at any time. The long-term storage technology of large marine gearbox can ensure the good technical condition of the gearbox after maintenance.

KEY WORDS: marine gearbox; long-term storage; rust protection

随着国家对海洋权益的保护, 以及周边形势的日益严峻, 为了确保装备高强度、高频次的使用, 对提高装备可靠性和维护保养的能力与水平的需求日益紧迫。目前, 国内外普遍采用对装备进行提前生产和储备的方式, 来满足新时期战储的需求。作为船舶主

传动系统的重要设备, 船用齿轮箱整机或部件越来越多地进行长效储存, 一般情况下齿轮箱的长效封存期为5~10年。由于船用齿轮箱的结构复杂, 涉及系统较多, 主要包括机械系统、电气系统、密封系统、润滑系统等, 而各系统长期封储要求是不同的, 大型船

收稿日期: 2020-12-28

作者简介: 陈洋(1977—), 男, 工程硕士, 工程师, 主要研究方向为装备监造。

用齿轮箱稳定可靠的长效封储难度较大。

HJB 656—2016《海军舰船装备维修器材包装技术要求》^[1]对海军主要装备维修器材进行了分类要求,但对于齿轮箱长达 10 年的保存没有提出具体措施,执行难度大。奉峥嵘^[2]对齿轮箱油管的防锈进行了分析研究,但对整机及其零部件不适用。李国涛、张晓刚、王凡等^[3-15]分别对柴油机、燃气轮机及其零部件的储存保养进行了分析,但系统性不强,没有涉及齿轮箱的相关系统。为确保船用齿轮箱在长期封存过程中状态良好、功能正常、技术状态稳定,需要对船用齿轮箱长效封储技术进行分层次、分类别的系统性研究。文中对船用齿轮箱长效封存的标准要求、齿轮箱的结构特点及保养特性方面进行分析,对船用齿轮箱的长效封存技术进行深入研究。

1 船用齿轮箱的长效封存要求

根据 HJB 656—2016,船用齿轮箱属于机械部件类中的减速器器材。根据器材采购计划性质,船用齿轮箱防护包装和装箱等级应满足 GJ 1182 的 A 级,储存有效期为 5~10 年。

根据船用齿轮箱长效封存的要求,船用齿轮箱在储存期间,产品的功能和性能应确保满足使用要求,主要体现在零部件防锈、仪器仪表检定、橡胶制品老化处理、电气系统的防潮防湿防尘等要求。

2 传统船用齿轮箱储存方法

2.1 储存措施

传统的船用齿轮箱的长期储存,包括储存前的防锈处理、包装储存、储存过程中的检查及防锈处理、使用前的恢复性处理等措施。

1) 储存前的防锈处理。参照齿轮箱运输包装的防锈处理执行,具体流程:清洁并喷漆;根据齿轮箱的体积大小及防护等级要求,在齿轮箱内部放置一定的气相防锈油,并用堵板对齿轮箱的外接口进行密封,使齿轮箱内部形成密闭空间;对于外露加工面,使用润滑脂均匀涂抹,再用牛皮纸进行包裹。

2) 储存包装。将齿轮箱放在运输支架上,套上塑料防护袋,并在袋内放入干燥剂,在外部通过订制木质包装箱进行防护。

3) 封存期保养。在封存期,考虑到气相防锈剂的有效期不足 1 年的情况,为了确保齿轮箱的各零件不生锈,通常在半年期内打开观察孔盖进行检查,在 1 年期内进行齿轮箱的整体窜油润滑,以保证齿轮箱内外部管路不锈蚀。

4) 调用前验证。在装备调用前,通常将齿轮箱进行整机拆检,检查内部情况,对寿命件进行更换,再进行台架运转试验,按相关要求包装发运。

2.2 传统储存方法的不足

传统船用齿轮箱的储存方法过程烦琐,效率低下,且存在较大储存风险,主要体现在以下几方面。

1) 由于齿轮箱包装内部不是真空环境,在温度、湿度变化大的环境中,包装袋内水蒸气会凝结形成水滴,使齿轮箱长期暴露在潮湿环境中,发生锈蚀风险极大。

2) 当干燥剂吸收水分达到饱和后,如未及时更换,将会凝聚过多水分,形成齿轮箱接触部锈蚀源。

3) 船用齿轮箱管系复杂,管系连接处密封性无法得到保证,会使齿轮箱内部气相防锈效果迅速下降,造成齿轮箱内部锈蚀。

4) 每半年一次观察孔盖检查,每年一次窜油试验和封存包装,对于批量性的长期储存来说工作烦琐,工作量较大。

5) 对于外露部分进行润滑脂密封,在使用时清除困难,且容易造成环境污染。

3 新形势下船用齿轮箱的储存要求

在新形势下,为了满足实战化的需要,要求长期储存的装备性能稳定,可以随时调用,因此对于长期储存的要求也在发生变化,具体表现如下所述。

1) 可靠性要求更高。一般情况下,长期封存可靠度不低于 99%。在长效封存期间,原则上无需对装备进行维护保养,确保装备可随时调用。

2) 检查方便快捷。由于储存期长,需要随时对装备的状态进行检验,因此要求封存装备可实现快速便捷的状态检查。

3) 监控及时准确。由于船用齿轮箱的价值量、重要程度高,装备的封存期间需要对各项内部封存参数进行实时监控。

4) 需要持续保养防护。国内外防锈技术发展较快,但是一次性封存 10 年以上难度巨大,需要在 2~3 年内持续进行保养。

4 新型船用齿轮箱储存技术及控制措施

考虑到单一的密封技术很难满足复杂系统装备长效封存的要求,因此需将多种封存技术综合利用,以提高长效封存效果。

4.1 封存原理

1) 利用迷彩高阻隔的柔性防潮材料的阻隔性好和热缝合强度高的特点,将齿轮箱封存在一个高密封性的封闭空间中,减少外部环境的影响。

2) 利用多种防锈材料实现综合防锈效果。采用

油溶性气相防锈油作为齿轮箱主体防锈剂。它可与润滑油相溶,在封闭空间挥发后,在金属的表面形成致密的分子态保护层,从而隔绝空气,以此达到防锈功能。采用有机高分子吸湿剂进一步消除密封空间的水蒸气。采用优质铁粉基除氧剂,能在0.5~2 d内将密闭容器内的氧气含量降低到0.01%以下。

3) 利用监控仪器可实现齿轮箱封闭空间内的湿度与温度的实时监控,同时利用不同材料的试片可客观反映封闭空间内,齿轮箱不同材料的即时储存状态。

4) 对齿轮箱不同系统采用不同封存方法。对齿轮箱主体采用密封空间气相防锈法;对部分拆除的管系和较大橡胶件采用气相防锈缠绕膜防护法;对电子元器件和小型零件采用气相防锈海绵防护法。

4.2 主要过程

首先采用整体封套将船用齿轮箱及包装进行封存,形成一个整体密闭的容器,维持内部湿度保持在一定范围内,包装封套结构见图1。包装封套主要由外封套、湿度测试仪、综合封存剂等组成。

在整体封套内投放适量除氧剂,有效去除封套内氧气。使用各类气相防锈剂,用于对不同部件的针对性防护。用干燥剂来保持相对湿度平衡在规定范围内,确保封套内的干燥环境。

封套上还装有湿度测试指示仪器,见图2。其传感器探头设置在封套内适当位置,用以检测封套内湿

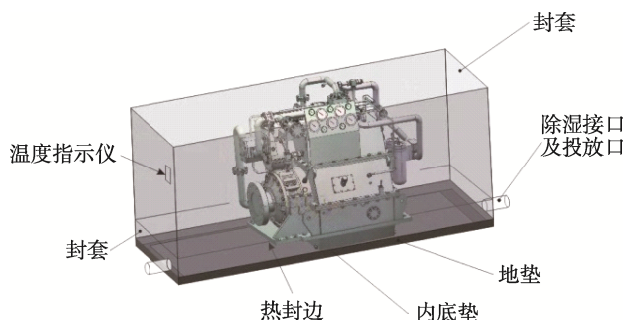


图1 齿轮箱整体封套示意

Fig.1 Schematic diagram of the overall casing of the gearbox



图2 湿度测试指示仪器

Fig.2 Humidity test indicator

度,信号线穿过封套(穿透处作密封处理),在封套外留有接口,与湿度测试指示仪器接口连接后,可以对封套内的环境参数进行实时监控。

4.3 整机封存

4.3.1 包装套要求

包装封套采用具有优良阻隔性能的材料,通过热合工艺形成一个密闭空间,实现了对齿轮箱整体的多功能防护,满足防尘、防污、防水、防潮等各种封存要求,确保了长期存放的可靠性和使用便捷性。

针对需要定期拆开检查的齿轮箱,通过设计可重复密封的开口装置,以便于人员进入查看,查看后手动关闭,无需重复焊接,方便快捷。

4.3.2 齿轮箱底部封存要求

在封套底部与地面之间铺设薄型防护橡胶垫,下封套底面与被封存箱体底部之间铺设防护垫;箱体除底部外,整体由气相防锈无纺布覆盖防护,避免封套被尖锐部件损坏。外部用PE夹网布整体覆盖,保持防锈无纺布的稳定覆盖。

4.3.3 齿轮箱封存前处理

封存前需对设备外部及部分内部可见部分进行全面细致的检查,查找可能出现的先期锈蚀情况和漆面损坏情况,并及时处理。齿轮箱油需排放干净,防止在长期储存过程中发生氧化分解,对启封后的使用产生影响。齿轮箱内腔按照净体积1.5%~2%的比例使用油溶性气相防锈剂。针对冷却水循环系统,应排尽冷却水,将管路的进出口使用尺寸裁剪适当的气相防锈无纺布封口,再使用轧带固定。在齿轮箱适当位置固定好湿度和温度传感仪,将数据导线从预留孔中穿出并使用结构胶密闭导线与预留孔的间隙。封套封闭前,在预留的观察窗口内部挂上钢、铁、铝、铜等材质的光亮试片。在封套内设计有试片悬挂位置,见图3。



图3 试片示意

Fig.3 Test block

4.3.4 齿轮箱封存

将内包装套整体套入齿轮箱整机上,并与齿轮箱底部封垫形成整体密封空间。通过预留的排气孔排出多余空气,使整体封套和齿轮箱本体处于紧密接触状

态。封套内湿度控制采用综合封存剂静态去湿,其中吸湿剂的用量根据 GJB 145A—1993 中相关规定确定。将预先从预留孔引出的温度湿度计连接显示仪。

外部整体封套完成封存包装后,可以使用风机将整个封套内空气抽出(非真空状态),让封套贴合于内部被防护设备;也可以使用铝合金外框架,放置于内部,将整个封套支撑为一个立方体,不抽出内部空气,增加封存设备的外部美观度。齿轮箱封装整体效果见图4。



图4 齿轮箱封装整体效果

Fig.4 Outside view of packaging for the gearbox

4.4 配件封存

鉴于齿轮箱结构复杂,根据封存类别,将从齿轮箱主机拆下的配件采用不同方式封存,具体如下操作如下所述。

- 1) 橡胶管路部件,使用橡胶抗菌除霉剂喷洒,干燥后均匀洒上滑石粉,使用气相防锈缠绕膜包裹。
- 2) 齿轮箱其他外部管路接口部分,使用气相防锈海绵包裹,再使用气相防锈缠绕膜紧固,以避免刮擦损伤管路接口。
- 3) 齿轮箱的独立润滑设备,使用气相防锈海绵和防锈缠绕膜包裹处理,对尖锐和突起部分进行多层包装处理,加强防护。
- 4) 监控仪及其他电气系统进行单独封存。

5 新型船用齿轮箱储存期间的监控检查

1) 日监控。封存完成后的首月,需要每天观察,记录温度湿度计的数据及试片表面情况。当箱内湿度超出规定范围时,必须开箱更换综合封存剂、检查包装封套的密封性能。

2) 周监控。每周观察、记录温度湿度计的数据及试片表面情况。一般情况下,各类试片未见锈蚀点且封套内湿度基本稳定,可不进行拆封检查;当温度湿度发生重大变化、试片明显变色锈蚀、湿度超出预警点规定范围时,必须开箱更换综合封存剂并检查包

装封套的密封性能。

3) 年随机抽检。封存完成0.5~1年后,视情况随机拆封1台或多台设备,对设备封存情况进行检查,检查完毕后应重新封存。拆封检查时间段要求避开梅雨季节及阴雨天气,以防止湿度过大产生锈蚀。

5.4 调用要求检查

当装备调用时,对齿轮箱及其附件进行全面系统的锈蚀及保养状态检查。对齿轮箱内部的机械传动系统进行锈蚀检查,对电气系统通电进行功能验证,对橡胶寿命件进行检验,如达到寿命时间,则及时更换。通常情况下,在齿轮箱状态恢复后,需进行台架运转试验以检查齿轮箱各项运转性能,确保齿轮箱的状态满足调用要求。

6 结语

通过对齿轮箱长效防腐蚀封存的标准要求、传统长效封存及不足的分析,提出了新型封存方法及其监控检验要求,为适应新形势下装备稳定可靠的长效封存提供了理论基础及实践经验。由于新型封存方法使用时间较短,具体封存效果还需要较长时间的数据收集及实际效果检验。

参考文献:

- [1] HJB 656—2016, 海军舰船装备维修器材包装技术要求[S].
HJB 656—2016, Technical Requirement for the Packaging of Naval Ship Equipment Maintenance[S].
- [2] 奉峥嵘. 齿轮箱油管防锈分析研究[J]. 大科技·科技天地, 2011(7): 153—154.
FENG Zheng-rong. Study on Anti-rust Analysis of Tube of the Gearbox[J]. Major Science and Technology World, 2011(7): 153—154.
- [3] 张晓刚. 发动机防锈解决方案[J]. 现代零部件, 2013(9): 74.
ZHANG Xiao-gang. Anti-rust Solution for Engine[J]. Modern Component, 2013(9): 74.
- [4] 王凡, 陈安, 刘谊露. 长期备用柴油机的封存与启用[J]. 移动电源与车辆, 2014(1): 37—40.
WANG Fan, CHEN An, LIU Yi-lu. The Seal and Unsealing of Long-Term Standby Diesel Engine[J]. Movable Power Station & Vehicle, 2014(1): 37—40.
- [5] 潘松年. 包装工艺学(第4版)[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011.
PAN Song-nian. Packing Technology(Fourth Edition)[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2011.
- [6] 王成恺. 汽车零部件的防锈封存[J]. 汽车维修, 1999(10): 42.
WANG Cheng-kai. Antirust Sealing of Auto Parts[J]. Auto Repair, 1999(10): 42.

- [7] 曲胜, 陈春风, 陈磊, 等. 燃气轮机用防锈剂的研制及性能研究[J]. 润滑油, 2016(2): 17—19.
QU Sheng, CHEN Chun-feng CHEN Lei, et al. Study on the Preparation and Properties of Rust Inhibitor for Gas Turbine Oil[J]. Lubricating Oil, 2016(2): 17—19.
- [8] 燕小勇. 浅谈钢筋除锈防锈机的研究[J]. 中国机械, 2014(18): 34—35.
YAN Xiao-yong. A Brief Discussion on the Research of Rust Removal and Rust Prevention Machine for Steel Bar [J]. China Machine, 2014(18): 34—35.
- [9] 李国涛, 林世龙, 张培德, 等. 出口发动机长期储存冷却系统的防腐蚀方案探讨[J]. 中国设备工程, 2021(9): 187—188.
LI Guo-tao, LIN Shi-long, ZHANG Pei-de. Discussion on the Anti-corrosion Scheme of the Long Term Storage Cooling System for Export Engines[J]. China Equipment Engineering, 2021(9): 187—188.
- [10] FANG Shu-jia. Analysis of the Ocean Environment Influences on the Performance of the Navy Equipment[J]. Ship Science and Technology, 2004, 26(2): 5—10.
- [11] TAN Sheng, YAN Peng-cheng, WEN Qi. Development of WQ-1 Wax Film Rust Preventive Oil[J]. Journal of Ordnance Engineering College, 2008, 20(4): 36—38.
- [12] ZHANG Cai-xian, YANG Xiao-he, ZHANG Shao-hua. Study of Effect of Environmental Factors in Southeast Coast on Helicopter[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(6): 126—129.
- [13] 左西南. 轴承产品的防锈技术分析[J]. 中国新技术新产品, 2009(24): 149.
ZUO Xi-nan. Analysis of Anti-rust Technology[J]. New Products and New Technology in China, 2009(24): 149.
- [14] 俞继瑶, 杨文军, 文婧. 基于轴承减振防锈油的研制及应用分析[J]. 硅谷, 2014(16): 9—14.
YU Ji-yao, YANG Wen-jun, WEN Jing. Development and Application Analysis of Bearing Vibration Absorbing and Anti-rust Oil [J]. Silicon Valley, 2014(16): 9—14.
- [15] POPOV E A, NEKHOROSHEV V P, NEKHOROSHEVA A V. Modified Anticorrosion Composition Based on Gun Grease[J]. Journal Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 2002, 38(4): 257—259.