

装备与防护

气柱式便携封套野外封存应用验证

罗少锋, 陈文阁, 李娅菲
(后勤科学与技术研究所, 北京 100166)

摘要: **目的** 验证气柱式便携封套在军事装备野外封存中的防护效果和勤务适应性, 为军事装备野外封存防护探索解决方案。**方法** 基于高阻隔共挤复合膜材料和充气骨架自支撑结构, 依据军事装备野外封存的防护需求和勤务要求, 设计气柱式便携封套, 并选择6个典型气候环境区的部队, 进行为期1年的野外实装封存应用试验。**结果** 参与试验的6套气柱式便携封套中, 有3套出现轻微破损, 其余3套完好。设置在封套内的6套腐蚀挂片中, 1套锈蚀严重, 4套轻微锈蚀, 1套无锈蚀。**结论** 气柱式便携封套防护性能较好, 适合军事装备野外封存使用。建议进一步增强封套材料的耐磨性能, 并解决野外用电问题。

关键词: 气柱式骨架; 高阻隔共挤复合膜; 野外封存; 封套

中图分类号: TB484 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)11-0256-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.11.037

Validation of Field Seal Application for Air Column Portable Envelope

LUO Shao-feng, CHEN Wen-ge, LI Ya-fei

(Institute of Logistics Science and Technology, Beijing 100166, China)

ABSTRACT: The paper aims to verify the protective effect and service adaptability of air column portable envelope in the field storage of military equipment, and explore solutions for the protection of field storage of military equipment. Based on high-barrier co-extrusion composite membrane and the self-supporting structure of inflatable frame, as well as the protection requirements and service requirements of field storage of military equipment, we designed the air column portable envelope. Then we selected 6 troops which station in typical climatic region to organize the field application test for one year. Among the 6 air column portable envelopes that participated in the test, 3 were slightly damaged and the other 3 were intact. There are 6 sets of corrosion coupons arranged in the envelope, 1 set is seriously corroded, 4 sets are slightly corroded, and 1 set is not corroded. The air column portable envelope has good protective performance and is suitable for the field sealing of military equipment. It is suggested to further enhance the wear resistance of the sealing material and solve the problem of field electricity consumption.

KEY WORDS: air column frame; high barrier co-extrusion composite membrane; field sealing; envelope

军事装备是部队训练和作战的重要物质基础, 是战斗力发挥的关键^[1]。现代军事装备技术含量高、构成复杂, 既涉及各类金属、塑料、橡胶等零部件, 也

涉及光学玻璃、集成电路等精密零部件, 在装备储存、运输、使用过程中, 极易受自然环境中的水蒸气、盐雾、氧气、太阳辐射等因素的综合影响, 出现金属零

收稿日期: 2020-10-21

基金项目: 军队后勤科研项目 (BS314L012)

作者简介: 罗少锋 (1980—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为物资储备与军品包装。

通信作者: 陈文阁 (1967—), 男, 高级工程师, 主要研究方向为军品包装。

部件锈蚀、塑料和橡胶零部件老化、光学零部件霉变、电子器材短路等现象,从而降低军事装备的战术技术性能,制约着战斗力的正常发挥^[2-4]。

为降低自然环境因素对军事装备的不利影响,通常对暂时或长期不用的军事装备应用封存防护技术,形成适宜装备储存的良好封存空间环境,避免与水蒸气、空气、酸碱等腐蚀性介质接触,实现军事装备能维持战技术状态、延长使用寿命、确保随时可用的目标。常用的装备封存技术主要有防锈油脂封存技术、真空封存技术、除湿封存技术、气相封存防锈技术、除氧封存技术、充惰性气体封存技术、封套封存技术等^[5],在实际应用中为取得更好的封存效果,有时也将多种封存技术综合应用,如将抽真空、除湿、除氧等封存技术组合应用。其中,封套封存技术通常使用多层复合塑料薄膜将军事装备密封包装,通过除湿、除氧等构成一个与外界自然环境物理隔离且适合装备储存的局部空间,以防止或延缓军事装备的锈蚀、老化和霉变^[6],因封套具有轻便易携、对作业条件要求低、易于展开和撤收等优点^[7],很适合军事装备在野外临时存放时使用。

气柱式便携封套是军事装备封存用封套的一种特殊结构形式,其特点是套体内部设有可以充放气的网格状气柱作为骨架支撑^[8],使用时先给气柱充气,使之膨胀支撑形成简易库房,军事装备可以直接驶入驶出,长期封存时可以抽气使封套与军事装备贴体,减少封套内部空气,适合于野外需要频繁动用的军事装备防护,而且封套质量相对较轻,适合部队机动时携运行,理论上具有良好的应用前景。气柱式便携封套能否适应部队驻地的自然气候条件,能否满足军事装备管理的勤务需求,仍然需要通过部队实装试验来验证。

1 基本理论

1.1 金属锈蚀原理

军事装备主要由各种金属零部件构成,容易因化学腐蚀和电化学腐蚀产生锈蚀。化学腐蚀是由金属与空气中的氧气、硫化氢等成分以及其他腐蚀性物质直接发生化学反应而产生,电化学腐蚀是由金属与各类电解质溶液(如雨水、海水等)接触后形成了原电池而产生。在军事装备管理实际中,金属零部件的化学腐蚀和电化学腐蚀往往同时存在,严重影响着军事装备的质量和寿命。

1.2 封套包装原理

封套包装的原理是使用阻隔性材料制作一个密封的套体,辅以内部除湿、除氧技术或材料,构建一个干燥、低氧适合装备储存的“微环境”,隔绝外部雨水、空气中氧气和水分等诱发锈蚀的因素,达到避免

或减少锈蚀的目的。

2 封套设计与试验

2.1 封套材料

主要材料:高阻隔共挤复合材料,秦皇岛市傲森尔装具服装有限公司。

2.2 气柱式便携封套设计

气柱式便携封套采用充气骨架自支撑结构,主要由高阻隔气密式封套、气柱式骨架、金属米牙拉链、防护地垫、气柱充放气阀、封套抽气阀、观察窗,以及附属的多功能气泵组成,其结构见图 1。

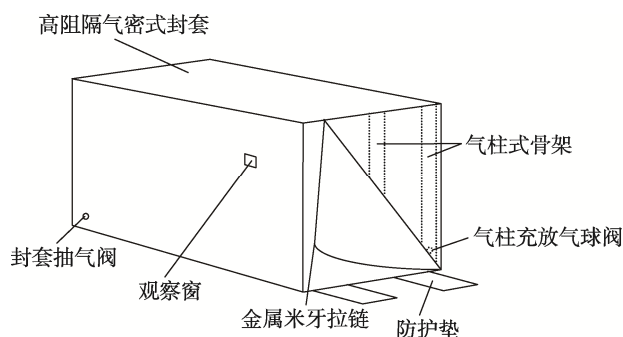


图 1 气柱式便携封套结构

Fig.1 Structure of air column portable envelope

高阻隔气密式封套采用一体式结构设计,预留一端作为军事装备出入口,其余部位通过高频焊接以提高封套的密封性能。封套材料选用高阻隔共挤复合膜^[9-11],其阻隔性、耐折性、环境适应性好,生产工艺成熟,且轻便易携。封套侧面设置有观察窗,用于观察封套内部情况。封套侧面下部设有抽气阀,用于中长期封存军事装备时抽出封套内的多余空气,使封套与内装军事装备贴体,以减少封套内的水分和氧气含量。封套底膜上设置了 4 块橡胶防护底垫,用于防止军事装备驶入驶出时车轮碾压或地面尖锐物造成底膜破损漏气。封套出入口采用金属米牙拉链密封,可多次反复使用,密封性能好,且易于维修。

气柱式骨架为网格状气柱结构,包含多个横向、纵向贯通连接的气柱,紧贴封套内的侧壁和顶壁设置,气柱上设置有球阀,构成一个可以充放气的密闭腔体。使用气泵充气后可以膨胀形成支撑骨架,方便军事装备进出。中长期封存军事装备时可以使用气泵抽气,使之与封套内壁贴合,还可以放置干燥剂等以实现更好的封存效果。基于上述结构、材料等设计生产的气柱式便携封套实物见图 2。

2.3 野外实装封存应用试验

为全面验证气柱式便携封套在我国不同地区的



图2 气柱式便携封套样品

Fig.2 Sample of air column portable envelope

典型气候环境下的封存防护效果,分别选取驻奎屯、中宁、林芝、福州、湛江、高碑店的部队开展野外实装封存试验,既有高寒、强紫外线辐射、多风砂的高原环境,也有高盐雾、高湿、高温的沿海环境,还选择了平原环境作为对比验证。

为确保试验的科学性、客观性,委托具备国家级检测资质的中国包装科研测试中心(天津)作为第三方技术检测机构,参与试验方案设计、现场技术指导和封存结果验收,并依托其实验检测条件,检测试验前后的封套材料(高阻隔共挤复合膜)样品的理化性能指标,考察封套材料关键技术指标在试验前后的变化率。

用于野外装备封存试验的装备均为部队现役在用的轮式后勤装备。由于这些参试装备配发时间和使用情况不同,或多或少已经存在一些锈蚀现象,为了客观检测评价比较封存防护效果,试验期间在封套内适当位置悬挂设置腐蚀挂片,见图3。每组腐蚀挂片均作编号标记,挂片的材质包括铜、钢、铝和橡胶等4种,金属挂片表面经过打磨且未经任何防腐处理,用于试验结束后由第三方技术检测机构在实验室测定腐蚀程度。



图3 腐蚀挂片

Fig.3 Corrosion coupons

整个试验步骤如下所述。

1) 组织技术人员赴参试部队,讨论确定参加野外封存试验的后勤装备,现场查看装备状态并测量装备外廓尺寸。

2) 组织封套生产企业按测量的装备尺寸生产气柱式便携封套,同步拟制试验操作规程。

3) 待封套生产完成后,组织技术人员分别赴参试部队,现场培训指导部队相关人员完成对参试装备的封存包装。装备封存时,首先选择野外(户外)平整坚实,无碎石和尖锐物的场地;然后检查被封存的军事装备,确保其自然干燥,突出部位等折叠收回;其次按“铺设下防护垫—铺设封套—气柱充气撑起封套—铺设上防护垫(隔着底膜与下防护垫重叠)—军事装备驶入—装备尖角处铺设缓冲材料—放入干燥剂—悬挂腐蚀挂片—拉链闭合—气柱抽气—封套抽气”的流程完成军事装备封存。

4) 整个试验期间,由参试部队的人员定期检查封套与被封装备是否贴体,有无漏气现象,记录检查时间、封套状态和当时的天气状态,遇台风、暴雨等极端天气时应及时检查记录。试验结束后,结合试验过程填写勤务适应性评价意见。

3 结果与分析

3.1 现场验收结果

气柱式便携封套野外封存应用试验为期1年。试验结束时,组织技术专家赴各试验地点逐一启封,现场验收装备封存防护效果,验收结果见表1。

从验收结果来看,气柱式便携封套封存总体效果较好,在湛江、奎屯、中宁地区的封套均出现了轻微破损,引起雨水渗漏,福州地区封套的密封性较差有湿气渗漏,林芝和高碑店地区封套的密封性好。分析封套破损原因,主要是由于高阻隔共挤复合膜材料强度不够,在湛江地区因台风撕扯造成拉绳处撕裂,在奎屯、中宁等多风地区因封套材料与装备突起部位易产生反复摩擦而引起穿孔。从锈蚀挂片检查情况看,橡胶挂片试验前后均无明显变化;湛江地区的金属挂片严重锈蚀,主要是由于封套破损较大叠加湛江地区多雨,破坏了内部封存环境所致;奎屯、中宁地区的挂片锈蚀较轻微,主要是由于封套破损较小,且这些地区雨水相对较少。

3.2 封套材料检测结果

由中国包装科研测试中心分别采集试验前的高阻隔共挤复合膜材料样品,以及试验结束后从各试验现场装备封套上裁剪的样品,在实验室条件下检测高阻隔共挤复合膜材料的关键理化性能指标^[12],主要包括拉断力、断裂伸长率^[13]、穿刺强度^[14]、直角撕裂力^[15]和水蒸气透过量^[16]等技术指标,并出具试验检

测报告。依据试验检测报告，试验前的高阻隔共挤复合膜材料样品技术指标见表 2。试验后的高阻隔共挤复合膜材料样品技术指标见表 3。6 个试验地点的封套材料在试验前后性能对比结果见表 4。

从试验检测结果来看，高阻隔共挤复合膜材料在试验之前具有较好的物理性能、耐磨性和阻隔性。经过 1 年的野外实装封存试验后，封套取样材料的拉断力、穿刺强度、直角撕裂力等技术指标在各地区均出现较大幅度下降，断裂伸长率均有不同程度下降，水

蒸气透过量变化率除福州地区有所增大外，其他试验地区均有不同程度减少，分析可能与这些地区的阳光辐射有关，说明光照可增强高阻隔共挤复合膜材料的阻隔性能。

3.3 部队用户反馈评价结果

从参试部队的用户勤务适用性评价意见来看，气柱式便携封套整体质量较轻，易于携运行，操作比较简便，封存效果较好。存在不足：野外供电较难，使

表 1 现场验收结果
Tab.1 Results of field acceptance test

试验地点	参试装备名称及编号	外观检查结论	挂片检查结论
奎屯	净水车（K-JS-1）	封套破损：磨损穿孔	挂片无锈蚀、轻微变色
中宁	淋浴车（ZN-LY-1）	封套破损：磨损穿孔	挂片轻微锈蚀变色
林芝	炊事挂车（L-CS-1）	封套完好	挂片无锈蚀变色
湛江	运水挂车（ZJ-CS-1）	封套破损：拉绳处破损	挂片严重锈蚀、变色
福州	食品冷藏车（F-SP-1）	封套完好	挂片轻微锈蚀、变色
高碑店	野战急救车（G-YZ-1）	封套完好	挂片轻微锈蚀、无变色

表 2 试验前封套材料技术性能
Tab.2 Technical performance of sealing material before test

拉断力/N	断裂伸长率/%	穿刺强度/N	直角撕裂力/N	水蒸气透过量/(g·m ⁻² ·(24 h) ⁻¹)
282	52	253	56	0.065

表 3 试验后封套材料技术性能
Tab.3 Technical performance of sealing material after test

试验地点	拉断力/N	断裂伸长率/%	穿刺强度/N	直角撕裂力/N	水蒸气透过量/(g·m ⁻² ·(24 h) ⁻¹)
奎屯	160	35	135	38	0.034
中宁	214	30	121	42	0.05
林芝	160	40	150	34	0.053
福州	190	51	182	43	0.073
湛江	144	38	147	34	0.064
高碑店	154	39	126	34	0.044

表 4 试验前后封套材料技术性能对比
Tab.4 Comparison of the technical performance of sealing material before and after test

试验地点	拉断力变化率/%	断裂伸长率变化率/%	穿刺强度变化率/%	直角撕裂力变化率/%	水蒸气透过量变化率/%
奎屯	43↓	33↓	47↓	32↓	48↓
中宁	24↓	42↓	52↓	25↓	23↓
林芝	43↓	23↓	41↓	39↓	18↓
福州	33↓	2↓	28↓	23↓	12↑
湛江	49↓	27↓	42↓	39↓	2↓
高碑店	45↓	25↓	50↓	39↓	32↓

注：“↓”表示技术指标在试验后比试验前减小，“↑”表示技术指标在试验后比试验前增大

用不便,封套使用前要使用气泵充气,而气泵需要外接电源供电,不符合当前勤务实际;展开和撤收时间较长,需要充气、抽气等,需多人同时协同作业;气柱膨胀后,军事装备进出容易挂到气柱,有一定的安全隐患。

4 结语

气柱式便携封套在军事装备野外封存试验应用中整体防护效果较好,封套内金属挂片总体锈蚀较轻微,具有良好的应用前景。改进建议:改进高阻隔共挤复合膜材料,增强材料的物理强度和抗风耐磨性,减少封套破损;通过配置移动电源、发电机等方式,解决气泵野外供电问题;封套尺寸可稍大些,以便军事装备进出,减少剐蹭现象。

参考文献:

- [1] 宣兆龙. 装备环境工程(第2版)[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2015: 1—2.
XUAN Zhao-long. Equipment Environmental Engineering(2nd Edition)[M]. Beijing: Beihang University Press, 2015: 1—2.
- [2] 杨世坚. 后勤车辆装备封存管理与实施研究[J]. 装备环境工程, 2006, 3(6): 70—73.
YANG Shi-jian. Study on Seal Packaging Management and Implementation in Logistics Vehicles and Equipment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2006, 3(6): 70—73.
- [3] 吴会博, 陈祥军, 岳巍强. 东南沿海车辆装备整体封存设计与验证[J]. 军事交通学院学报, 2016, 18(10): 32—35.
WU Hui-bo, CHEN Xiang-jun, YUE Wei-qiang. Design and Verification of Vehicle Equipment Overall Sealing in Southeast Coast Area[J]. Journal of Military Transportation University, 2016, 18(10): 32—35.
- [4] 张雨, 彭虎, 王忱. 装甲装备整装综合防护封存技术[J]. 包装工程, 2014, 35(3): 132—136.
ZHANG Yu, PENG Hu, WANG Chen. Sealing Technology on Integrated Comprehensive Protection of Armored Equipment[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 132—136.
- [5] 王继新. 军事装备封存漫谈[J]. 兵工科技, 2012(11): 71—74.
WANG Ji-xin. Talk of Seal Packaging Military Equipment[J]. Ordnance Industry Science Technology, 2012(11): 71—74.
- [6] 郑铁军, 张会奇, 孟凡金. 湿热环境下装甲装备封存方法应用研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(4): 93—96.
ZHENG Tie-jun, ZHANG Hui-qi, MENG Fan-jin. Application Research of Armored Equipment Seal Methods for Wet & Hot Environment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(4): 93—96.
- [7] 宣兆龙. 封套封存环境温湿度变化规律试验研究[J]. 装备环境工程, 2007, 4(2): 36—39.
XUAN Zhao-long. Study of Environmental Temperature and Humidity in Protective Envelope[J]. Equipment Environmental Engineering, 2007, 4(2): 36—39.
- [8] 陈文阁, 赵吉敏, 徐菲, 等. 一种野外气柱式便携封套的制作方法: 中国, 209684335U[P]. 2019-11-26.
CHEN Wen-ge, ZHAO Ji-min, XU Fei, et al. The Invention Relates to a Method for Making a Field Air Column Portable Envelope: China, 209684335U[P]. 2019-11-26.
- [9] 汪若冰, 冯乙巳. 五层共挤阻隔薄膜的结构、性能、工艺及表征[J]. 安徽化工, 2015, 41(6): 31—35.
WANG Ruo-bing, FENG Yi-si. The Structure, Properties and Processing Technology of Five Co-Extruded Barrier Film[J]. Anhui Chemical Industry, 2015, 41(6): 31—35.
- [10] 罗战平, 魏龙庆. HIPS/EVOH 高阻隔复合材料的加工工艺[J]. 塑料包装, 2011, 21(5): 18—24.
LUO Zhan-ping, WEI Long-qing. The Processing Technology of HIPS/EVOH High Barrier Composite Materials[J]. Plastics Packaging, 2011, 21(5): 18—24.
- [11] 齐志平, 易绍财, 易田田. 一种高阻隔气柱袋用多层共挤复合膜: 中国, 207274068U[P]. 2018-04-27.
QI Zhi-ping, YI Shao-cai, YI Tian-tian. The Invention Relates to a Multilayer Co-Extruded Composite Film for a High Barrier Air Column Bag: China, 207274068U[P]. 2018-04-27.
- [12] 罗少锋, 陈文阁, 李娅菲. 军事装备野外封存封套材料选择[J]. 包装工程, 2020, 41(1): 197—201.
LUO Shao-feng, CHEN Wen-ge, LI Ya-fei. Selection of Envelop Materials for Field Sealing of Military Equipment[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(1): 197—201.
- [13] GB/T 1040.3—2006, 塑料拉伸性能的测定[S].
GB/T 1040.3—2006, Plastics Determination of Tensile Properties[S].
- [14] MIL-STD-3010B—2008, Test Procedures for Packaging Materials[S].
- [15] QB/T 1130—1991, 塑料直角撕裂性能试验方法[S].
QB/T 1130—1991, Plastic Rectangular Tear Performance Test Methods[S].
- [16] GB/T 26253—2010, 塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 红外检测器法[S].
GB/T 26253—2010, Determination of Water Vapour Transmission Rate for Plastics-Film and Sheeting: Infrared Detection Sensor Method[S].