

气囊封口式封套野外封存应用验证

陈文阁, 李娅菲, 罗少锋
(后勤科学与技术研究所, 北京 100166)

摘要: **目的** 验证气囊封口式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** 基于高阻隔铝塑复合材料和气囊压力封口技术原理, 依据军事装备野外驻训、战地部署的防护需求, 设计气囊封口式封套, 并选择8个典型气候环境区的部队, 组织为期1年的野外实装封存试验。**结果** 气囊封口式封套材料容易破损, 即使外观完好的封套, 其封存效果也存在较大差异, 有的防锈蚀效果很好, 有的反而加速了装备锈蚀。**结论** 气囊封口式封套存在结构性缺陷, 对封存场地要求较高, 安装操作不便, 容易受温差变化影响, 不适合军事装备野外封存使用。

关键词: 气囊封口; 铝塑复合材料; 野外封存; 封套

中图分类号: TB484 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)17-0252-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.17.035

Verification of Field Sealing Application of Airbag Sealing-type Envelope

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

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

ABSTRACT: The work aims to verify the protective effect and service adaptability of airbag sealing-type envelope in the field sealing of military equipment, so as to explore solutions for the protection of field sealing of military equipment. Based on the high-barrier aluminum-plastic laminate material and the technology of airbag pressure sealing and according to the protection requirements of field training and field deployment of military equipment, the airbag sealing-type envelope was designed, and the troops in eight typical climatic environments were selected to organize the field actual sealing test for one year. The airbag sealing-type envelope was easy to be damaged. Even if the appearance of the envelope was intact, the sealing effect was quite different: some had a good anti-rust effect, while some accelerated the corrosion of equipment. The airbag sealing-type envelope is not suitable for the field sealing of military equipment due to its structural defects, higher requirements on the sealing site, inconvenient installation and operation, and susceptibility to temperature difference.

KEY WORDS: airbag sealing; aluminum-plastic laminate materials; field sealing; envelope

军事装备主要用于战时, 需要在平时做好军事装备的管理防护工作, 以维持军事装备的战术技术指标性能, 确保临战能快速启用, 在战场上真正发挥其作战效果。军事装备日常管理防护通常要依托固定的仓

储设施, 如各类地面仓库、洞库等, 其建设周期长、造价高, 且远离战场, 一旦建成无法移动, 难以解决军事装备在野外驻训、战地部署期间的野外防护问题。在野外条件下, 军事装备容易受到湿度、氧气、

收稿日期: 2020-06-22

基金项目: 军队后勤科研项目 (BS314L012)

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

通信作者: 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。

太阳辐射、沙尘、大气污染、静电、电磁辐射等各类自然环境因素和诱发环境因素影响^[1]，造成军事装备金属部件锈蚀、橡胶部件老化等，严重威胁着军事装备的质量状态。

为解决军事装备在野外条件下的防护难题，外军普遍采用了装备封存的技术手段，如美军提出的封存目标是：在世界任何地方、任何时候以及面临各种可能的恶劣环境条件下，启封后的军事装备应随时处于可用状态^[2]。围绕这一目标，美军大力研发先进的封套材料，积极制定相关的技术标准规范。目前，装备封存技术已广泛应用于飞机、坦克、火炮、车辆等军事装备，取得了良好的防护效果，显著提升了军事装备在储存期间的完好率。

气囊封口式封套^[3]属于贴体式封套的一种结构形式，其特点是采用了橡胶气囊压力封口技术，拆装简单，具有良好的密封性、可操作性、重复使用性、环境适应性和经济性^[4]。

1 封套设计与试验

1.1 封套方案设计

封套材料选用高阻隔铝塑复合材料^[5-6]，其阻隔性很好，既能适应高寒、多风砂、强紫外线辐射的高原环境，也能适应高温、高湿、高盐雾的沿海环境，且轻便易携，生产工艺成熟，广泛应用于航天、建筑、电池等各类领域^[7-9]。高阻隔铝塑复合材料的结构见图 1。

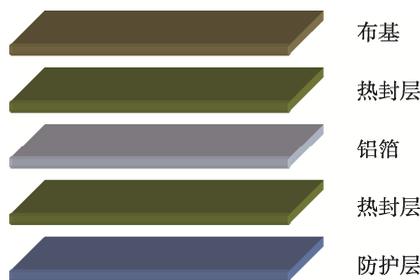


图 1 高阻隔铝塑复合材料

Fig.1 High-barrier aluminum-plastic composite materials

封套封口方式选用气囊压力封口技术，其结构见图 2，由与上封套粘接为一体的环形橡胶气囊、内腔带有多条密封筋的 C 型开口金属骨架和下封套等构成，使用时将下封套边缘和橡胶气囊嵌入金属骨架 C 型腔内，然后向橡胶气囊内充气，使之膨胀产生压力将下封套边缘可靠压紧在金属骨架 C 型腔内壁，实现对整个封套的气密封口。

综合应用上述高阻隔铝塑复合材料和气囊压力封口技术，配合使用可充放气的气泵，设计出军事装备野外封存用的气囊封口式封套。具体由 5 个子系统构成：上封套总成、下封套、封口金属骨架、气泵、

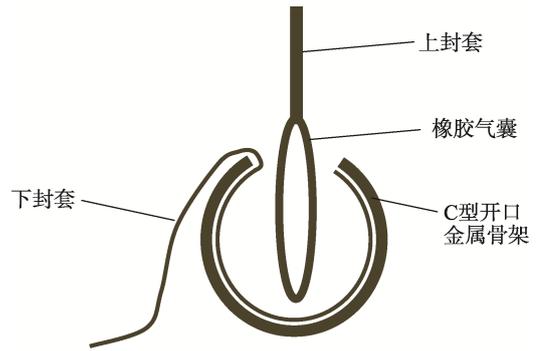


图 2 气囊压力封口结构

Fig.2 Airbag pressure sealing structure

附件。其中，上封套总成包括上封套、环形橡胶气囊、充气阀、抽气阀和观察窗等；下封套包括底膜、密封条和防护垫（用于防止地面尖锐物和装备碾压损坏下封套）等；封口金属骨架包括 C 型的直管、弯管和管头连接件等；气泵既可以为橡胶气囊充气实现封口，也可以抽取封套里的多余空气使封套与装备贴合；附件包括干燥剂、除氧剂、防护敷料和维修包等^[10-11]。

1.2 野外实装封存试验

野外实装封存试验地点分别选择奎屯、中宁、林芝、齐齐哈尔、三亚、福州、湛江、高碑店的部队驻地，涵盖了高原、高寒、沿海、平原等典型气候环境。选择部队在用的部分轮式后勤装备作为参试装备，结合装备的外廓尺寸设计制作了试验用的装备封套，经简单培训后，现场指导相关部队人员对参试装备进行封存包装。

装备封存时，首先平整场地，清理尖锐物，其次铺设下封套及防滑垫、安装封口金属骨架的 C 型管，再驾驶装备沿防护垫驶入下封套合适位置，对装备外部的棱角等突出部位采用缓冲材料加以衬垫保护，放入干燥剂、除氧剂等，然后覆盖上封套并将气囊嵌入封口金属骨架的 C 型腔内，对橡胶气囊充气实现封口密封，最后从抽气阀对封套抽气使之贴紧被封存装备表面。经密封、吸湿、除氧，使封套内保持低湿度、低氧浓度状态，形成适合军事装备储存的环境条件，实现防止或延缓装备锈蚀老化的目的。装备实装封存包装外观见图 3。考虑到野外封存防护试验使用的军事装备均为现役在用装备，使用年限和现有锈蚀程度均不相同，为客观验证封存防护效果，在所有试验封套内均设置了新打磨且未经任何防腐处理的钢、铜、铝试片和橡胶测试试片，见图 4。

委托中国包装科研测试中心作为第三方技术检测机构，对试验前后的封套材料样品理化性能指标进行技术检测，以客观评价试验效果。该中心具备国家级包装技术检测资质，可出具权威的试验检测报告。高阻隔铝塑复合封套材料样品理化性能检测项目包括拉断力、断裂伸长率^[12]、穿刺强度^[13]、直角撕裂力^[14]和水蒸气透过量^[15]等技术指标。



图3 封存试验
Fig.3 Sealing test



图4 试片
Fig.4 Specimens

野外实装封存试验为期1年,试验期间由参试部队的人员负责气囊封口式封套的定期充气,包装外观的例行检查并记录天气状态等数据,并在试验结束时填写勤务适应性评价意见。

2 结果与分析

2.1 现场验收结果

野外封存1年后,组织专家赴试验地点逐一启封,检查装备封存防护效果,见表1。从验收结果来看,存在2个问题。

1) 封套材料容易破损,在奎屯、中宁、齐齐哈尔、湛江、福州、高碑店地区都出现封套材料在装备尖角处穿孔或撕裂、下封套穿孔等,引起雨水渗漏,造成试片严重锈蚀。分析原因,主要是封套材料的穿刺强度等在野外试验期间下降明显,同时对参试在尖角处的防护措施不够,局部应力太大而造成穿孔破损。

2) 外观完好封套的封存效果两极分化严重。如在林芝地区,同时同地封存的2套装备,封套外观均良好,但其中一组试片无锈蚀无变色,另一组试片严重锈蚀变色。分析原因,可能与封存场地的平整度、C型金属管件拼接缝隙等有关,这些都会导致气囊外壁和C型金属管内壁之间出现微小缝隙,造成密封不严;再如三亚、福州地区,封套外观均完好,但启封

表1 综合防护效果
Tab.1 Comprehensive protective effect

试验地点	参试装备编号	外观检查	试片检查
奎屯	K-YZ-1	封套破损,尖角处小穿孔	试片严重锈蚀、变色
奎屯	K-JY-1	封套外观完好	试片无锈蚀、无变色
中宁	ZN-JS-1	封套破损,下封套穿孔	试片严重锈蚀、变色
中宁	ZN-YZ-1	封套外观完好	试片无锈蚀、轻微变色
林芝	L-CS-2	封套外观完好	试片严重锈蚀、变色
林芝	L-JY-1	封套外观完好	试片无锈蚀、无变色
齐齐哈尔	Q-CS-4	封套外观完好	试片严重锈蚀变色
齐齐哈尔	Q-LY-1	封套破损,撕裂	试片严重锈蚀变色
三亚	S-SP-1	封套外观完好,褪色、进水	试片严重锈蚀、变色
三亚	S-DZ-1	封套外观完好	试片轻微锈蚀、轻微变色
湛江	ZJ-ZCS-1	封套破损,尖角处破损	试片严重锈蚀、变色
湛江	ZJ-SP-1	封套外观基本完好	试片较严重锈蚀、变色
福州	F-YZ-1	封套外观基本完好、进水	试片严重锈蚀、变色
福州	F-LY-1	封套破损,有小穿孔、进水	试片轻微锈蚀、轻微变色
高碑店	G-XD-1	封套外观完好	试片轻微锈蚀变色
高碑店	G-SP-1	封套破损,穿孔	试片严重锈蚀变色

后都发现封套内进水,试片严重锈蚀变色。分析原因,可能与温差变化“热胀冷缩”引发气囊封口压力变化有关,充气封存时为晴天,温度较高,遇到下雨时气温降低,气囊内气体“冷缩”导致封口压力降低,而 C 型金属管较重,紧贴地面铺设,下雨形成的积水可以漫过 C 型金属管,顺着“冷缩”的气囊外壁与 C 型金属管内壁之间的微小缝隙渗入封套内,待雨过天晴后气温升高,气囊再次“热胀”增强了封口压力,内部积水无法渗出,在封套内反复蒸腾凝结,形成了比外界自然环境更为恶劣的环境条件,反而加速了金属腐蚀。

2.2 封套材料第三方检测结果

依据第三方试验检测报告数据,以试验前的材料样品技术指标为初始性能(见表 2),以野外封存 1 年后封套取样材料技术指标为末期性能(见表 3),

得到 8 个试验地点封套材料试验前后性能对比结果(见表 4)。从检测结果来看,该封套材料具有较好的物理性能、耐磨性和阻隔性,经过 1 年试验后,封套取样材料的拉断力、穿刺强度、直角撕裂力在各地均有大幅下降,断裂伸长率除奎屯、齐齐哈尔、高碑店外均有不同程度增加,水蒸气透过量均有较大幅度增加。

2.3 部队用户反馈评价结果

依据部队用户的勤务适用性评价意见,气囊封口式封套不适合军事装备野外封存使用,可用于封存库房内装备。存在问题:对场地平整度要求高,C 型气囊操作比较复杂、金属管拆装不方便;封套材料不耐折,易穿孔破损;气囊需要定期使用充气泵充气,而充气泵需要外接电源,在野外条件下使用不方便;封存效果不好,参试装备车体出现锈蚀较多。

表 2 封套材料初始性能检测

Tab.2 Initial performance test of the envelope material

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)
334	32	267	62	0.027

表 3 封存试验后封套取样材料性能检测

Tab.3 Performance test of envelope sampling material after sealing 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	180	28	140	36	0.070
中宁	144	38	106	36	0.042
林芝	136	49	99	30	0.071
齐齐哈尔	199	30	142	37	0.074
三亚	218	46	211	43	0.064
福州	164	94	160	40	0.034
湛江	130	58	117	28	0.077
高碑店	208	20	162	36	0.074

表 4 封套材料试验前后性能对比

Tab.4 Comparison of properties of envelope materials 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	-46	-13	-48	-42	+159
中宁	-57	+19	-60	-42	+56
林芝	-59	+53	-63	-52	+163
齐齐哈尔	-40	-6	-47	-40	+174
三亚	-35	+44	-21	-31	+137
福州	-51	+194	-40	-35	+26
湛江	-61	+81	-56	-55	+185
高碑店	-38	-38	-39	-42	+174

3 结语

气囊封口式封套物理性能较好,但存在结构性缺陷:受四季变化,空气热胀冷缩,使得封套难以始终处于良好的密封状态,而且气囊还存在漏气的可能,导致部分参试装备出现严重的脱漆、锈蚀问题。综上,气囊封口式封套不适合军事装备野外封存使用。改进建议:升高C型金属管的位置,以防止降雨时地面积水漫过,同时应注意保持完全水平支撑以防止密封不严;增加气囊压力实时监测和自动充气装置,确保气囊内封口压力不受外界温差影响。

参考文献:

- [1] 郑晓曦,张雨,张磊,等.装备快速封存技术中的传感器配置研究[J].装备环境工程,2011,8(3):100—103.
ZHENG Xiao-xi, ZHANG Yu, ZHANG Lei, et al. Research of Sensor Configuration in Equipment Rapid Seal and Storage Technologies[J]. Equipment Environmental Engineering, 2011, 8(3): 100—103.
- [2] 杨世坚,沈咏梅.外军军事装备封存包装技术研究[J].包装工程,2006,27(3):74—76.
YANG Shi-jian, SHEN Yong-mei. Study of Seal and Storage Packaging Technology of Foreign Military Equipment[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(3): 74—76.
- [3] 葛强,高飞,刘珍兰,等.一种气囊封口式封套:中国,102991871A[P].2013-03-27.
GE Qiang, GAO Fei, LIU Zhen-lan, et al. The Invention Relates to an Airbag Sealing Type Envelope: China, 102991871A[P]. 2013-03-27.
- [4] 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.
- [5] 田甜,袁怡,黄伟.药品包装用复合膜的阻隔性能测试[J].化工管理,2017(4):41—43.
TIAN Tian, YUAN Yi, HUANG Wei. Detection the Barrier Properties of Laminated Films for Pharmaceutical Packaging[J]. Chemical Enterprise Management, 2017(4): 41—43.
- [6] 彭智松,杨传民,黄绍祥,等.三维袋四层复合材料热封条件与热封性能的研究[J].包装与食品机械,2017,35(3):17—20.
PENG Zhi-song, YANG Chuan-min, HUANG Shao-xiang, et al. Study on Heat Sealing Condition and Heat Sealing Property of Three-dimensional Bag Four-layer Composite Materials[J]. Packaging and Food Machinery, 2017, 35(3): 17—20.
- [7] 刘博文,李熹平,宫宁宁,等.界面微构对注射成型铝塑复合件性能的影响研究[J].机械工程学报,2018,54(12):148—155.
LIU Fu-wen, LI Xi-ping, GONG Ning-ning, et al. Effect of Interfacial Microstructure on Properties of Aluminum-plastic Composite[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2018, 54(12): 148—155.
- [8] 杨莉.铝塑复合板在建筑幕墙中的应用[J].塑料工业,2018,46(6):136—139.
YANG Li. Application of Aluminum-plastic Composite Board in Building Curtain Wall[J]. China Plastics Industry, 2018, 46(6): 136—139.
- [9] 张鹏博,张晓华,王训,等.锂离子电池用铝塑复合膜精密冲压工艺研究[J].热加工工艺,2016,45(7):167—170.
ZHANG Peng-bo, ZHANG Xiao-hua, WANG Xun, et al. Study on Precision Stamping Process of Al-plastic Compound Film for Li-ion Battery[J]. Hot Working Technology, 2016, 45(7): 167—170.
- [10] 张春和.车辆战备储备器材包装要求与长效防护包装技术研究[M].天津:军事交通学院出版,2010:58—63.
ZHANG Chun-he. Research on Packaging Requirement and Long-acting Protective Packaging Technology for Vehicle Combat Readiness Equipment[M]. Tianjin: Military Transportation University, 2010: 58—63.
- [11] 张春和,郭健杰,张众杰.后勤装备整装封套封存技术与防护效果评价[J].包装工程,2017,38(19):164—167.
ZHANG Chun-he, GUO Jian-jie, ZHANG Zhong-jie. Evaluation of Integral Sealing and Storage Technology and Protective Effect of Logistical Equipment[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 164—167.
- [12] 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].
- [13] MIL-STD-3010B—2008, Test Procedures for Packaging Materials[S].
- [14] 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].
- [15] 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 Sheetting: Infrared Detection Sensor Method[S].