

某型弹药密封包装设计与验证

陈东¹, 秦旭锋², 卓毅²

(1. 陆军航空兵军事代表局驻成都地区军事代表室, 成都 610000; 2. 西南技术工程研究所, 重庆 400039)

摘要: **目的** 设计一种具有防潮密封、支撑堆码、装卸方便以及防静电等功能的战斗部密封包装。**方法** 针对某型战斗部的设计技术要求, 进行包装材料的选用和结构优化设计; 通过仿真分析和试验验证全面考核密封包装各项性能能否满足设计技术要求, 产品在寿命周期内可否不发生锈蚀和功能失效。**结果** 试验结果表明, 战斗部密封包装满足各项性能技术要求。**结论** 该设计可应用于此战斗部的密封包装, 并为其他类似产品密封包装设计提供参考。

关键词: 密封包装; 设计; 试验验证

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)09-0238-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.09.040

Design and Verification of Sealed Package for a Certain Type of Ammunition

CHEN Dong¹, QIN Xu-feng², ZHUO Yi²

(1. Military Representative Office of Aviation in Chengdu, Chengdu 610000, China;

2. Southwest Technology and Engineering Research Institute, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT: The work aims to design a warhead sealed package with the functions of moisture-proof sealing, support and stocking, convenient handling and electrostatic prevention. According to the technical requirements for the design of some warhead, the packaging materials were selected and the packaging structure was optimally designed. Simulation analysis and experimental verification were carried out to comprehensively check whether the various performances of sealed package met the technical requirements of the design, and whether the product would not be rusted or have function failure within the life cycle. The test results showed that, the sealed package of warhead met all kinds of performance and technical requirements. Such design can be applied to the sealed package of warhead and provide reference for the design of sealed package of other similar products.

KEY WORDS: sealed package; design; experimental verification

密封包装是确保产品高可靠、长寿命的重要措施, 是产品进入总装前必备和重要的防护技术手段。为防止产品在运输、贮存过程中因潮湿、静电等外界因素而导致锈蚀或功能失效, 设计一种密封包装结构, 实现在装卸、运输、贮存等过程中产品的防潮控湿、防静电等功能, 并通过仿真分析和试验验证全面考核密封包装的性能^[1-2]。

1 密封包装技术要求

根据产品贮存、使用及功能要求, 对其密封包装提出的主要设计技术要求: 为内装产品提供与外界自

然环境相隔离的密封内环境, 满足 0.03 MPa 充气压力时的密封性要求; 在寿命期内应保证内装产品不受潮、不生锈、不长霉; 满足 2 层堆码及稳定性要求; 满足机械叉车和人力液压叉车等常用搬运设备的叉装要求, 使用普通吊带和四腿钩式索具均可实现内装产品的密封包装的吊装; 具有调节内外压差功能; 密封包装应有防静电措施。

2 密封包装设计

2.1 材料选用设计

密封包装的箱体、箱盖采用 SMC 作为主体成型

收稿日期: 2017-12-18

作者简介: 陈东 (1983—), 男, 工程师, 主要研究方向为弹箭防护技术。

材料, 该材料具有比强度高、耐老化、抗冲击、高低温性能好及环境适应性优异等特点。SMC 的主要性能参数为: 强度为 172~200 MPa, 模量为 9000~1 1000 MPa。应变为 0.0155~0.0222, 密度为 1.8~2.0 g/cm³, 泊松比为 0.4。

采用聚乙烯泡沫作为密封包装内部支撑缓冲材料, 根据 GB/T 8166—2011 设计所需缓冲垫厚度及硬度^[3-4], 该材料压缩弹性好、耐老化、相容性好。密封圈采用硅橡胶材料, 该材料耐老化性能好, 高低温性能优异。

2.2 密封性设计

箱体、箱盖、密封圈、锁扣和锁扣挂钩共同组成密封空间, 协同实现密封包装的密封功能。箱体、箱盖口部翻沿提高刚性, 口部端面设置密封圈槽, 上、下密封圈槽各安装 1 个密封圈, 箱体箱盖合拢时对压实现密封, 结构见图 1。

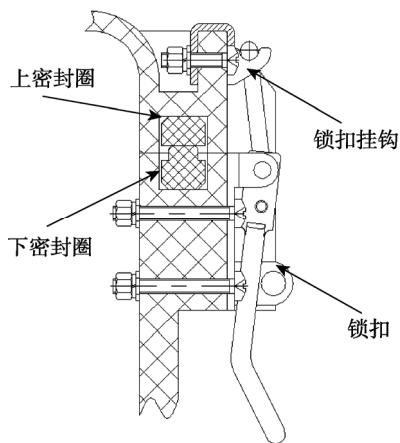


图 1 口部密封圈压缩结构

Fig.1 Compression structure of mouth seal ring

2.3 防潮控湿设计

箱内湿度控制采用高效活化干燥剂静态去湿, 将干燥剂装入具有透湿性、透气性好的无纺布专用包装袋中, 平放在箱体底部。根据采用低透湿性材料包装容器的干燥剂用量计算公式计算细孔硅胶用量^[5-6]:

$$m = \frac{1}{k\rho} (k_1 ARt + k_2 m_1) \quad (1)$$

式中: m 为干燥剂质量 (g); A 为包装总表面积 (m²); R 为包装材料的透湿度 (g/(m²·24 h)); t 为预定存储时间 (d); m_1 为包装内吸湿材料质量 (包装纸、衬垫、缓冲材料等) (g); ρ 为预定控制湿度条件下干燥剂的吸湿率 (%); k 为干燥剂的吸湿率关系系数 (细孔硅胶 $k=1$); k_1 为储存环境温湿度关系系数; k_2 为衬垫等吸湿材料关系系数。

2.4 支撑、堆码结构设计

密封包装应满足 2 层高度的堆码要求, 且必须保

证堆码的稳定性。箱体外部设计支撑结构, 堆码时承担主要载荷, 减轻箱体受力, 箱脚与箱盖限位凹槽配合实现堆码限位, 箱内用聚乙烯泡沫缓冲固定产品^[7-8]。密封包装支撑结构见图 2—3, 2 层堆码示意图 4。

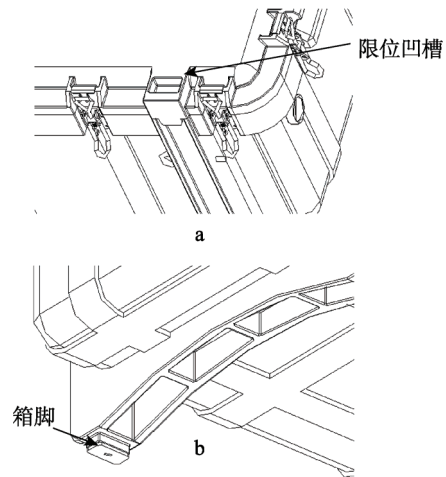


图 2 支撑堆码结构

Fig.2 Support and stacking structure

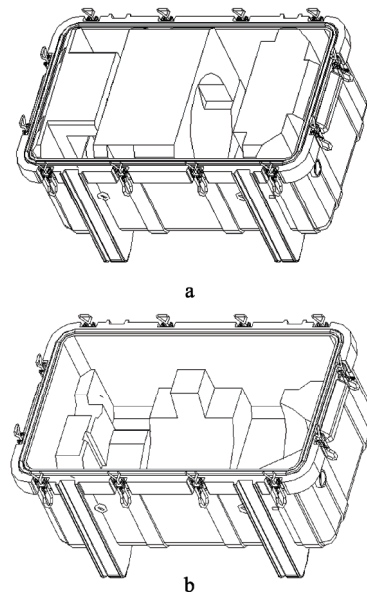


图 3 箱内缓冲固定组件结构

Fig.3 Structure of buffer and fixing components inside the box

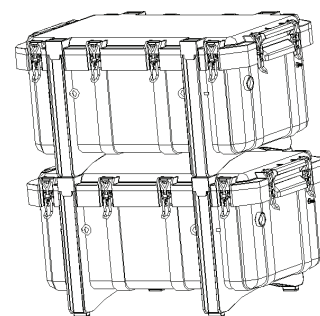


图 4 2 层堆码示意

Fig.4 Schematic diagram of two-layer stacking

2.5 装卸结构设计

密封包装箱体的支撑结构可适用吊带吊运;箱体距地面较高,便于工程叉车和人力液压叉车进行装卸。箱体、箱盖端部设计翻沿结构,以实现提手功能,满足人工搬抬要求。支撑架上设计吊环适用四腿钩式索具吊运。其装卸结构见图5。

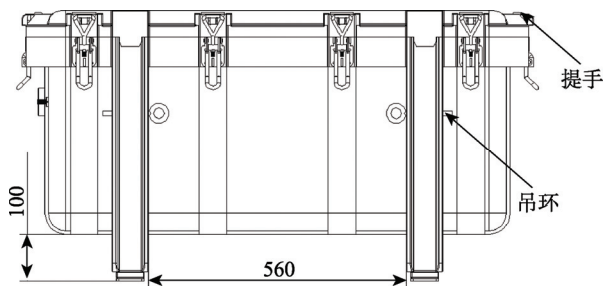


图5 装卸结构
Fig.5 Handling structure

2.6 内外压差平衡设计

密封包装设计泄压件对内外压差进行平衡调节,设计相应的泄压座安装于箱体上,泄压座设计密封圈槽安装密封圈,泄压螺母固定贴紧箱体,泄压阀旋进泄压座压缩密封圈实现密封,使用时,通过手动调节泄压阀,平衡密封包装内外压差^[9-10]。泄压件结构见图6。

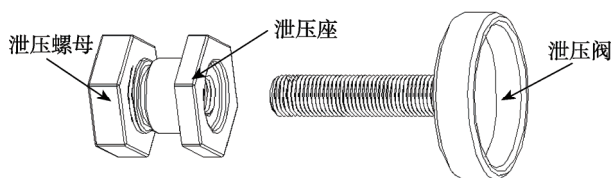


图6 泄压件结构
Fig.6 Structure of pressure relief parts

2.7 防静电设计

将纯铜材质加工的导电柱安装在箱壁上,产品上的导线连接在箱内导电柱上,导电柱将静电导出箱外,导电柱与箱壁密封面设计密封圈槽,安装密封圈满足密封要求^[9-10]。导电柱结构见图7。

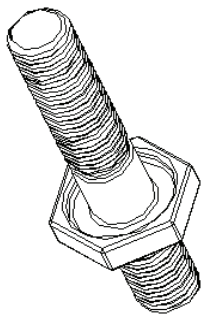


图7 导电柱结构
Fig.7 Structure of conductive pillar

3 刚强度校核

3.1 0.03 MPa 下工况应力、应变分析^[11-12]

利用 Ansys 有限元分析软件模拟分析密封包装在正压 0.03 MPa 下的应力、应变情况,结果见图8。

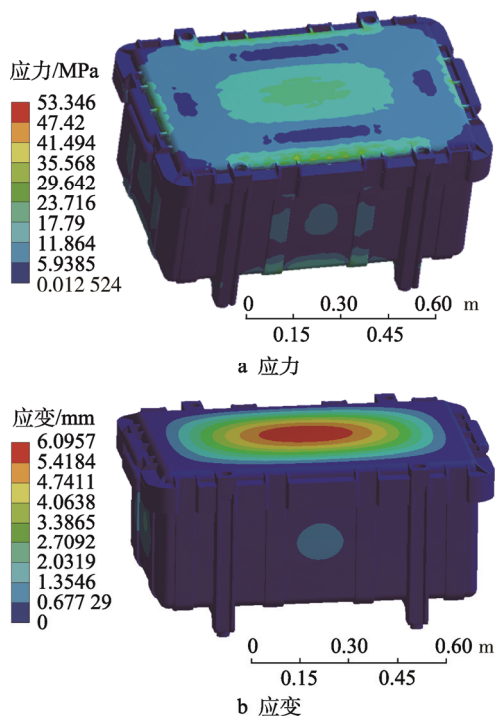


图8 0.03 MPa 工况下云图
Fig.8 Nephogram at 0.03 MPa

由图8可知,在0.03 MPa的压力条件下,箱体受到的最大应力为53.3 MPa,最大应变为0.0061,均出现在箱盖中心位置。最大应力、应变均小于SMC材料性能参数,刚强度满足密封承载要求。

3.2 两层堆码工况应力、应变分析^[13]

根据两层堆码要求,对密封包装力学状态进行有限元仿真分析。受力载荷为3 kN,分析结果见图9。

由图9可知,密封包装支撑框架受力最大,最大应力为1.61 MPa,最大应变为 1.8×10^{-6} 。由SMC材料的力学性能可知,在两层堆码条件下,密封包装不会被破坏。

3.3 跌落高度0.35 m下跌落工况应力、应变分析

根据跌落性能指标,对密封包装进行水平跌落有限元仿真分析,跌落高度为0.35 m,碰撞时长为3 ms,分析结果见图10。

由图10可知,密封包装最大应力为124.03 MPa,最大应变为0.0098,均发生在箱脚位置。由SMC材料力学性能可知,在0.35 m高度跌落条件下,密封包装变形在弹性范围内,不会产生破坏。

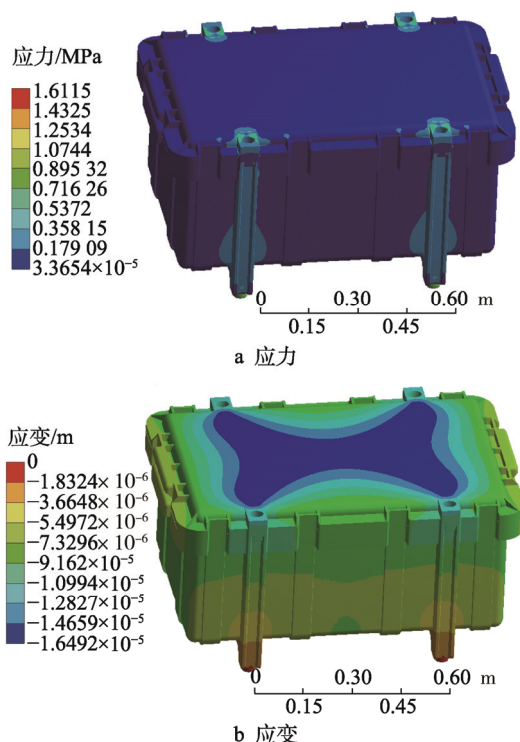


图9 堆码工况云图

Fig.9 Nephogram under stacking working condition

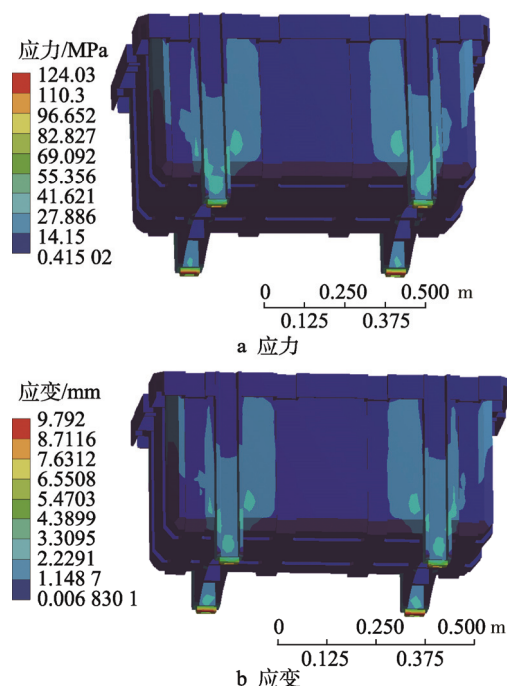


图10 跌落工况云图

Fig.10 Nephogram under falling condition

4 试验验证

为验证密封包装是否满足设计技术要求,对实物样机按照相关试验要求进行了试验验证^[14—15],试验项目有:密封试验、机械装卸试验、堆码稳定性试验、

堆码强度试验、湿热试验、振动试验、0.35 m 跌落试验及 3 m 安全跌落试验等。试验结果为密封包装通过了各项性能试验及环境试验考核。

5 结语

密封包装采用大尺寸、大开盖深腔结构形式,选用 SMC 为主体成型材料,内部采用聚乙烯材料作为支撑缓冲,具有防震、防静电、防潮密封等功能,设计合理、防护可靠,可应用于该产品的防护包装,以及可为其他类似产品包装设计提供参考。

参考文献:

- [1] ALTINTANS A. Electronic Cam Motion Generation by Using Stepper Motors and Gears[J]. Journal of Science, 2009, 22(3): 199—201.
- [2] 陈海燕. ABAQUS 有限元分析从入门到精通[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
CHEN Hai-yan. ABAQUS Finite Element Analysis from the Introduction to the Master[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2015.
- [3] 白焘, 詹永富, 罗俊杰, 等. 浅析弹药包装结构设计与材料选用要求[J]. 第四届军品防护与包装发展论坛暨成果展示, 2015(11): 113—114.
BAI Tao, ZHAN Yong-fu, LUO Jun-jie, et al. Ammunition Packaging Structure Design and Material Selection Requirements[J]. The Fourth Military Protection & Packaging Development Forum and Exhibition, 2015(11): 113—114.
- [4] HICKS B J. A Finite Element-Based Approach for Whole-System Simulation of Packaging Systems for Their Improved Design and Operation[J]. Packaging Engineering and Science, 2011, 32(21): 62—63.
- [5] GJB 145A—1993, 防护包装规范[S].
GJB 145A—1993, Specification Preservation Packaging[S].
- [6] 蔡建, 詹永富, 胡秉飞. 复合材料密封包装容器干燥控湿设计研究[J]. 包装工程, 2015, 35(2): 112—116.
CAI Jian, ZHAN Yong-fu, HU Bing-fei. Moisture-proof and Humidity-control Design of Sealed Composite Packages[J]. Packaging Engineering, 2015, 35(2): 112—116.
- [7] MIL-STD-3010B, Test Procedures for Packaging Materials[S].
- [8] MIL-STD-648D, Specialized Shipping Containers[S].
- [9] PING Yan, WEN Liang-yang, BO Tan, et al. Improving

- Ammunition Supply Chain Management with RFID Technology[M]// Proceeding of 20th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2013: 1143—1154.
- [10] RONG Zhi-yang, ZHI Li, MENG Kang, et al. Analysis on Influence of Humiture upon Ammunition Storage and Countermeasure[M]// Proceedings of the 15th International Conference on Man-machine-environment System Engineering, 2015: 786—794.
- [11] 魏艳娟, 明志茂. 动静态堆码试验标准解读及应用分析[J]. 中国包装工业, 2015(14): 125—127.
- WEI Yan-juan, MING Zhi-mao. Dynamic and Static Stacking Test Standard Interpretation and Analysis of Application[J]. China Packaging Industry, 2015(14): 125—127.
- [12] HERNANDEZ C, BUCHELY M F, MARANON A. Dynamic Characterization of Roma Plastilina NO.1 from Drop Test and Inverse Analysis[J]. International Journal of Mechanical Sciences, 2015, 100: 158—168.
- [13] MIL-STD-1905A, Design and Test Requirements for Level B and Level C Ammunition Packaging[S].
- [14] GJB 4403—2002, 常规兵器弹药包装定型试验规程[S]. GJB 4403—2002, Approval Test Procedure for the Ammunition Package[S].
- [15] GJB 2711—96, 军用运输包装试验方法[S]. GJB 2711—96, Test Methods for Military Transport Packages[S].