

# 导弹缓冲包装设计选材

邱莎莎, 蔡建, 张恒翔

(西南技术工程研究所, 重庆 400039)

**摘要:** 阐述了导弹缓冲包装的必要性和重要性;介绍了导弹缓冲包装设计时一般应满足的主要技术要求;着重介绍了其结构形式的设计及选材等问题;讨论了在导弹缓冲包装设计中应注意的几点问题。

**关键词:** 导弹缓冲包装;结构设计;材料选用

**中图分类号:** TB482.2; TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)09-0044-03

## Missile Cushion Packaging Design and Material Selection

QIU Sha-sha, CAI Jian, ZHANG Heng-xiang

(South-west Research Institute of Technology and Engineering, Chongqing 400039, China)

**Abstract:** The necessity and importance of missile cushion packaging was elaborated. The main technical requirements of missile cushion packaging were introduced. The design of structural form and material selection was discussed. Some important issues in the design were put forward.

**Key words:** missile cushion packaging; structure design; material selection

导弹是现代战争的重要作战装备,其战斗性能虽然优越,但相对一般弹药来讲,勤务处理比较娇气,为了增大储运过程中的安全可靠,在导弹外包装箱内、内包装上增加缓冲包装是十分重要和必要的<sup>[1]</sup>。缓冲包装是保存导弹使用价值的重要方法,是保护导弹不受或少受外界自然环境和力学环境影响的重要手段,是保证导弹储存和运输安全的必要条件。

## 1 导弹缓冲包装设计要求

通过对导弹缓冲包装的设计要求和战术技术指标进行综合分析,可归纳出导弹缓冲包装设计一般应满足的技术要求主要有:缓冲性能要求、拆装性能要求、质量要求、材料要求、防静电要求等,环境适应性好,工艺性、互换性、维修性好,能够确保导弹在贮存过程中的安全性。

## 2 材料选用

在选用缓冲材料时,应综合分析设计要求并结合下述原则进行选择<sup>[2]</sup>:在确保可靠缓冲的前提下,用

量最少;充分考虑环境适应性、防静电性和相容性等防护要求;易于加工,质量稳定、可靠;材料来源丰富,经济性好。

下面,对几种常用的缓冲包装材料特性进行比较<sup>[3]</sup>,具体情况见表1。

通过对以上几种常用的缓冲包装材料特性进行综合对比分析,确定选用具有高回弹性、耐候性优良及动态缓冲特性好的低发泡聚乙烯泡沫塑料作为导弹的缓冲包装材料。

## 3 缓冲结构设计

### 3.1 导弹外形结构特点

弹体呈圆柱形,固定弹翼位于弹体尾部,弹翼呈“X”形分布。弹体顶部带有滑块,使导弹与载机的发射架挂钩相连。

### 3.2 缓冲结构方案

#### 3.2.1 结构和组成

导弹缓冲包装主要由弹头缓冲泡沫垫、弹中缓冲泡沫垫、弹尾缓冲泡沫垫等部分组成。其主要结构见图1。

收稿日期: 2011-02-21

作者简介: 邱莎莎(1974—),女,重庆人,西南技术工程研究所工程师,主要从事军品包装研究。

表 1 几种常用缓冲包装材料特性比较

Tab. 1 Performance comparison of several common cushion packaging materials

序号	材料名称	优点	缺点	备注
1	聚苯乙烯泡沫塑料	有较好的防振缓冲性能;有较高耐压强度;吸水性小。	复原性差,压缩后容易产生塑性变形,不能重复使用;耐候性差,易起尘、破碎。	
2	聚氨酯泡沫塑料	复原性好;具有良好的缓冲性能。	承载能力小,适用范围窄,不能用于较重产品的缓冲包装。	在所有的泡沫塑料中,复原性居第一位。
3	聚丙烯泡沫塑料	有优良的防振缓冲性能;在相同的缓冲功能时,用量少得多;有降低脆值和蠕变性稳定的特点。	低温性不好。	经济性较聚乙烯泡沫塑料差。
4	聚乙烯泡沫塑料	承载范围宽,吸收能量大;有较好的复原性;吸水性小;质量小,且具有良好的耐低温性能和抗化学腐蚀性能,并有一定的强度。	不能采用模具直接成型异形制件。	其防振缓冲性能明显优越于聚苯乙烯泡沫塑料。
5	成型硬橡胶垫	抗冲击特性优良;加工成型性好。	耐候性不良。	
6	金属弹簧	复原性好;耐候性优良。	抗冲击特性不好	

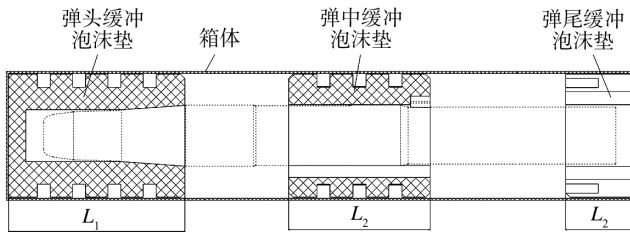


图 1 导弹缓冲包装的主要结构

Fig. 1 Main structure of missile cushion packaging

导弹包装箱为矩形截面、端部开盖、长方体结构,根据该导弹及其包装箱的特点并综合分析设计技术要求,确定缓冲泡沫垫均采用矩形截面。弹头缓冲泡沫垫采取整体式设计,内部挖圆柱形槽、圆锥形槽与弹头配合,外部开减重槽;弹中缓冲泡沫垫采取上下两瓣式设计,设置于弹体重心位置,外部开减重槽,用棉布带加尼龙勾面和圈面相配合扣紧,以实现快速装配和拆卸;弹尾缓冲泡沫垫采取整体式设计,内部结构设计主要根据弹尾及弹翼的结构。缓冲包装通过拉弹带实现导弹的装取。

### 3.2.2 主要尺寸确定

该缓冲泡沫垫的主要尺寸包括:弹头缓冲泡沫垫长度  $L_1$ 、弹中缓冲泡沫垫长度  $L_2$ 、弹尾缓冲泡沫垫长度  $L_3$ 、缓冲泡沫垫厚度  $h$ 、各泡沫垫与弹体直径  $D$  相配合的内腔直径  $d$ 。缓冲泡沫垫截面图见图 2。

### 3.2.3 泡沫垫限位确定

根据导弹及包装箱的特点,弹头缓冲泡沫垫利用

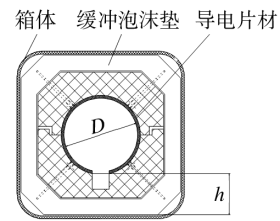


图 2 导弹包装的缓冲泡沫垫截面

Fig. 2 Section of foam cushion for missile packaging

箱盖实现轴向限位,弹尾缓冲泡沫垫利用箱盖、滑块限位,弹中缓冲泡沫垫利用导弹中部上端滑块,同时上下 2 瓣凸起、凹槽相配合的形式,实现轴向限位。弹中缓冲泡沫垫限位结构示意图见图 3。

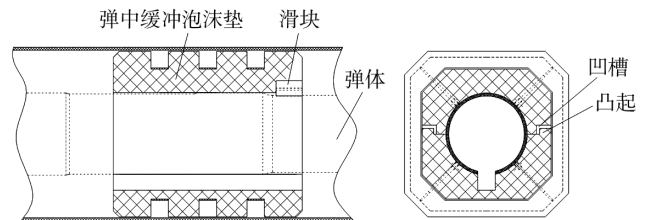


图 3 弹中缓冲泡沫垫限位结构

Fig. 3 Position limit structure of foam cushion in missile

### 3.2.4 防静电设计

根据设计技术要求,所用缓冲材料的表面电阻不大于  $1 \times 10^9 \Omega$ 。在进行结构设计时,缓冲垫与弹体接触面可粘接一层防静电泡沫塑料、防静电薄膜或防静电布作为导电片材,具体结构见图 2,导电片材主要

技术指标见表 2。

表 2 导电片材主要技术指标

Tab.2 Main technical indicators of conducting strip	
项目	指标
外观	表面泡孔均匀,不能有明显的杂质存在
厚度/mm	1.9~2.1
材料密度/( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	119~129
拉伸强度(纵/横)/MPa	1.2/1.0
断裂伸长率(纵/横)/%	79/80
撕裂强度(纵/横)/( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	56/68
表面电阻率/( $\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$ )	106

### 3.2.5 减小摩擦力设计

由于该导弹包装箱为端部开盖的长方体结构,在装取带有缓冲包装的导弹时,为了减小缓冲包装底部与箱体之间的摩擦力,可在泡沫垫外围涂抹滑石粉或喷涂功能涂料,也可减小泡沫垫与箱体的接触面积,或者在泡沫垫外围与箱体接触面粘接一层密度较小的聚乙烯泡沫。设计的结构简图见图 4。

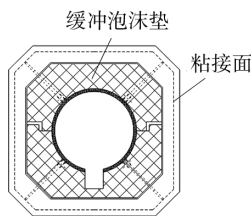


图 4 减小摩擦力的设计结构

Fig. 4 Structure design for reducing friction force

## 3.3 缓冲性能校核

### 3.3.1 根据弹体结构尺寸确定主要尺寸

导弹包装箱截面为矩形,所以该缓冲包装的截面形状设计为矩形,按照弹体的结构尺寸及防护要求,设计尺寸(假设值) $L_1 = 400 \text{ mm}$ ,  $L_2 = 300 \text{ mm}$ ,  $L_3 = 150 \text{ mm}$ ,  $h = 80 \text{ mm}$ ,  $d = D = 120 \text{ mm}$ 。

### 3.3.2 缓冲设计条件

1) 缓冲材料承受的全部重力:导弹质量(假设值) $m_1$  约 40 kg,包装箱加缓冲垫质量(假设值) $m_2$  约 60 kg,  $W = (m_1 + m_2)g = 980 \text{ N}$ 。

2) 产品脆值: $G_c = 30 g$ 。

3) 预计负载时的等效跌落高度为 50 cm。

4) 缓冲材料的受力面积:

$$A = (12 \times 40 + 12 \times 30 + 12 \times 15)\pi = 3\,202 \text{ (cm}^2\text{)}$$

### 3.3.3 最小缓冲垫厚度计算

泡沫垫所受静应力为:

$$\sigma_{st} = \frac{W}{A} \times 10 = 3.06 \text{ kPa}$$

根据聚乙烯泡沫塑料的最大加速度-静应力曲线图<sup>[4]</sup>(密度  $0.064 \text{ g/cm}^3$ , 跌落高度 45 cm)见图 5,以

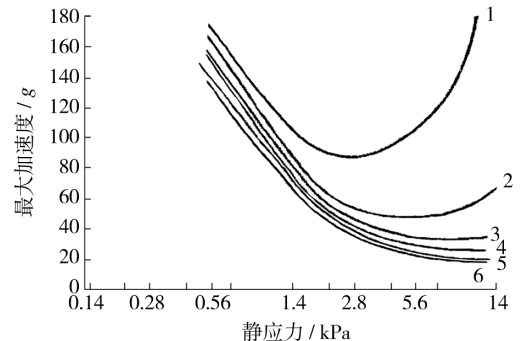


图 5 聚乙烯泡沫塑料的最大加速度-静应力曲线

Fig. 5 Maximal acceleration-static stress of polyethane foam plastic

3.06 kPa 为横坐标、最大加速度 30 g 为纵坐标,即得出能够满足要求的材料厚度为 5~6 cm,根据满足缓冲条件下节约材料成本的原则,确定缓冲垫的最小厚度为 55 mm。

设计的缓冲泡沫垫厚度  $h$  远大于 55 mm,因此缓冲包装的缓冲保护性能能够满足要求。

## 4 设计应注意的问题

1) 进行环境试验验证。为了使设计的缓冲包装符合规定的战术技术要求,达到设计定型的性能,需要对包装进行必要的、充分的试验验证,以能够更好地预测、评价包装的功能,控制包装质量,获得改进信息。

2) 材料间的相容性问题。导弹是多种金属、非金属材料系统集成,材料间的相容性问题关系着导弹在储存、运输、使用过程中的安全性和战术技术性能指标的稳定性<sup>[5]</sup>。箱装导弹在标准军用仓库的条件下,贮存时间要求至少在 10 年以上<sup>[6]</sup>。由于长贮性等特殊要求,防护包装材料应与弹药装备有良好的相容性,在进行设计时,需合理选择搭配材料,避免因相容性而引起不必要的事故。

3) 棉布带的霉变问题。防护包装长期暴露在自

(下转第 93 页)

象。将模板扩大至  $128 \times 128$  时,手背静脉特征被非常清晰地提取了出来,目标信息明确,使用前面几种模板时产生的严重噪声现象也消失了,分割效果明显好于阈值图像法,但运行速度上有了稍许的减慢。在  $256 \times 256$  的模板大小的情况下,运行速度上有了明显的劣势,不再考虑。因此,当模板选定为  $128 \times 128$  时,整体二值化效果最为理想。仿真实验证明,该改进算法增强了阈值图像法无法提取出的局部细节特征,显示了淹没在背景区域中的有效信息,同时克服了产生周边阴影的缺陷,分割的图像质量得到了明显的改善。

### 3 结论

先对原静脉图像进行了尺寸上和灰度上的归一化处理,得到了尺寸大小相同,均值、方差统一的标准图像。通过应用阈值图像法来分割静脉图像时,在不同窗口模板的情况下,不可避免地会出现局部血管信息无法被提取、周边产生阴影的缺陷。针对以上的一些缺点,提出了一种改进的二值化阈值算法,从该改进算法的分割效果图可以看出,该改进算法有效地弥补了阈值图像法的缺点,并且通过比较选用不同尺寸模板的分割情况,确定当模板大小选定为  $128 \times 128$  时,提取得到的血管造影图像最为清晰。实验说明该

算法对于光照不均、对比度强度不高的图像具有很高的实用价值,为后续的认识工作奠定了基础。

#### 参考文献:

- [1] SHIMIZU K. Optical Trans-body Imaging: Feasibility of non Invasion CT and Functional Imaging of Living Body [J]. Jpn J of Medicine Philosophical, 1992 (11): 620 - 629.
- [2] LIN Chih-lung, FAN Kuo-chin. Biometric Verification Using Thermal Images of Palm-Dorsa Vein Patterns [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2004, 14(2): 199 - 213.
- [3] 王科俊, 丁宇航, 庄大燕, 等. 手背静脉图像阈值分割[J]. 自动化技术与应用, 2005, 24(8): 19 - 24.
- [4] 张岩, 崔晓萌. 基于灰度变换的图像增强实现[J]. 包装工程, 2010, 31(19): 95 - 99.
- [5] 刘相滨, 刘智成, 龚平, 等. 手背静脉识别算法研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2009, 32(1): 32 - 35.
- [6] 郭敬, 秦茂玲, 赵文莉. 关于医学图像分割的综述[J]. 信息技术与信息化, 2010(10): 1672 - 9528.
- [7] 孙刘杰, 秦海, 张柯. 基于分块大小可变的指纹图像增强算法[J]. 包装工程, 2010, 31(7): 22 - 24.
- [8] 袁智, 王科俊. 手指静脉识别技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2007.

(上接第 46 页)

然环境中,棉布带极易发生霉变,设计时应考虑棉布带的防霉处理,如将棉布带进行防霉剂处理等。

### 5 结语

对导弹缓冲包装的设计与选材进行的探讨,可以有效地解决导弹在储运过程中的冲击、振动、防静电等问题,保障导弹使用的安全性、可靠性。制造成功的导弹缓冲包装经过系列跌落试验、冲击振动试验和温度试验,试验校核证明其环境适应性好,各项技术指标能够满足设计要求。

#### 参考文献:

- [1] 高廷如, 于鑫, 高欣宝. 新型炮弹缓冲包装计算方法[J]. 包装工程, 1999, 20(2): 33 - 35.
- [2] 张学金. 实用包装技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1993.
- [3] 骆光林. 包装材料[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2005.
- [4] GJB/Z 85-97. 缓冲包装设计手册[S].
- [5] 罗天元, 吴波, 但渝霞. 弹药环境适应性设计需要考虑的几个问题[J]. 装备环境工程, 2007(1): 65.
- [6] 姬志杰, 李海军, 杨虎林. 浅谈火工品、弹药包装技术的发展趋势[C]. 2009 全国兵器装备防护包装技术发展研讨会论文集, 成都, 2009: 41.