

炮弹用塑料包装结构设计方法

白焘¹, 陈曙², 蔡建¹, 赵耀辉¹, 罗俊杰¹

(1.西南技术工程研究所, 重庆 400039; 2.江南工业集团有限公司, 湘潭 411207)

摘要: **目的** 提出一种适合各种炮弹的塑料包装结构设计方法。**方法** 针对不同炮弹对包装的不同要求, 提出“内包装+缓冲包装+外包装”和“缓冲包装+外包装”这2种总体包装结构形式, 对内包装和缓冲包装结构设计方法进行归纳和总结, 对外包装功能结构设计方法进行阐述, 并对包装结构设计的其他细节进行说明。**结果** 文中提出的总体包装、内包装、缓冲包装和外包装等结构设计方法, 适用于所有炮弹用塑料包装设计。**结论** 文中提出的炮弹用塑料包装设计方法行之有效, 可为今后炮弹用塑料包装设计人员提供借鉴。

关键词: 炮弹; 塑料包装; 结构设计

中图分类号: TB484.3; TB489 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)21-0079-04

Design Method of Plastic Packaging for Shells

BAI Tao¹, CHEN Shu², CAI Jian¹, ZHAO Yao-hui¹, LUO Jun-jie¹

(1.Southwest Technology and Engineering Research Institute, Chongqing 400039, China;

2.Jiangnan Industries Group Co., Ltd., Xiangtan 411207, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a design method of plastic packaging structure suitable for all kinds of shells. Aiming at the different requirements of different shells, two kinds of overall packaging structures of "inner packaging + cushioning packaging + outer packaging" and "cushioning packaging + outer packaging" were put forward. The design methods of inner packaging and cushioning packaging structures were concluded and summarized. The outer packaging functional structure design method was described in detail, and other details of the design of the packaging structure were described. The design methods of general packaging, inner packaging, cushioning packaging and outer packaging and other structures were presented herein, which were applicable to the structure design of plastic packaging for all shells. The design methods of the plastic packaging structure for shells proposed herein are effective and can provide reference for the personnel who design plastic packaging for shells in the future.

KEY WORDS: shells; plastic packaging; structure design

随着科学技术的快速发展,各种先进技术在炮弹上得到广泛应用,炮弹不再是单一的机械化产品,而是集众多新技术于一体的高价值产品。炮弹包装作为炮弹的包装容器,其防护性能直接影响炮弹的贮存可靠性及战时的价值体现,高价值炮弹的包装必须提升到一个新的高度。

多年来,无论炮弹口径大小,我军炮弹包装均采用木质包装或金属包装,虽在一定程度上能够满足炮弹对其强度、刚度、防尘防雨等的要求,但由于木质包装抗老化、耐腐蚀、防潮等性能较差,金属包装具

有质量大、造价高、耐腐蚀性差等局限^[1],木质包装或金属包装已不能满足新型炮弹对其包装的要求。相比之下,塑料包装克服了木质包装和金属包装的局限性,具有较好的抗老化性、耐腐蚀性、防潮性,质量轻,经济性好,可设计性强等优势,逐渐在炮弹包装上得到广泛的应用^[2]。炮弹种类较多,口径、外形和防护要求各异,包装要求各不相同,包装方法也多种多样。针对不同的炮弹,在进行包装结构设计时,应从总体包装方式设计,内、外包装结构设计,以及缓冲结构设计这3个主要方面入手。

收稿日期: 2017-05-08

作者简介: 白焘(1988—),男,工程师,主要研究方向为弹箭防护技术与应用。

1 总体包装方式设计

在进行炮弹总体包装方式设计时,应根据炮弹的特性、贮运环境条件和贮存期,参照 GJB 1182《防护包装和装箱等级》和 GJB 145A《防护包装规范》,划分包装等级、确定总体包装方式^[3]。结合大量实际工作中积累的经验,炮弹包装的总体包装结构形式^[4]有以下2种。

1) 内包装+缓冲+外包装。该总体包装结构适用于贮存期较长(10年以上)、贮运环境条件较恶劣、耐环境性能差(如在高(低)温、高湿度、电磁等环境下,容易产生锈蚀、机械物理损伤,造成性能降低或者功能失效等危害)的炮弹包装。

2) 缓冲+外包装。该总体包装结构适用于贮存期长(10年以下)、贮运环境条件较好(通常为有遮盖贮运)、耐环境性能较好的炮弹包装。

2 内包装设计

某些特殊的炮弹(如制导炮弹)容易受外界潮湿的空气、电磁场等环境的影响,导致性能降低或功能失效,因此在包装此类炮弹时,仅靠外包装不能达到其防护要求,需要选择具有相应防护功能的内包装进行防护。通常选择由多种功能材料复合的柔性包装材料制作的包装袋作为炮弹包装的内包装^[5]。

内包装材料结构见图1。外层通常为保护层,以增加整体材料的耐穿刺、拉伸强度等性能;功能层根据炮弹的具体防护要求选择相应的材料,如选择铝箔赋予防潮性能,选择添加导电剂的聚乙烯材料赋予防静电功能等。为了各层之间可以更好复合,增加剥离强度,选择中间层进行过渡^[6]。

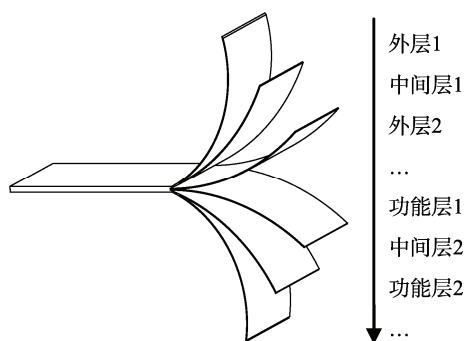


图1 内包装材料结构

Fig.1 Inner packaging material structure

炮弹用内包装结构见图2。内包装通常选用符合其防护要求的柔性包装材料,通过焊封工艺制成包装袋,将炮弹装入包装袋内进行抽真空焊封,以实现贮存期内的防护要求。焊缝的宽度大于8 mm,且袋口留有再次焊封余量,在袋底设置“V”型切口,可快速撕开包装袋,取出炮弹。包装袋尺寸由被包装炮弹

的最大外形尺寸计算求得。

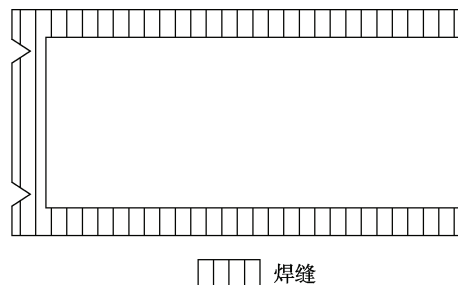


图2 内包装结构

Fig.2 Inner packaging structure

3 缓冲结构设计

缓冲结构设计的目的旨在减小在装卸、贮存及运输等过程中,受到突然的、非周期性的冲击及周期或随机振动时分散作用到炮弹上的外力,防止炮弹在包装容器内窜动或与包装容器直接接触,保证炮弹不发生物理损伤或功能失效^[7-8]。

缓冲结构分为全面缓冲和局部缓冲这2种结构形式。对于口径较小的炮弹,一般采用多发炮弹、全面缓冲结构形式;对于中大口径炮弹,在无特别要求的情况下,一般采用局部缓冲结构形式。采用局部缓冲结构形式时,可根据炮弹的质心和可支撑的部位,进行合理的缓冲结构设计。为了可靠实现对炮弹的缓冲防护、支撑和限位,与炮弹相接触的部位缓冲结构应尽量与炮弹外形相符。另外,缓冲应设置能实现炮弹快速装取的结构或预留操作空间。缓冲包装设计见图3。

4 外包装结构设计

外包装是装载炮弹和实现其功能防护的主要构件之一,为炮弹在装卸、运输及贮存等全寿命周期内提供密闭、干燥的内部微环境,保证炮弹不发生性能受损或功能失效等现象,具有一定的刚度、强度及较好的人机适应性,同时还具有快速开闭、良好的托盘集装适应性等功能。设计外包装时,应在遵循质量轻、体积小、成本低的原则下,根据炮弹外形结构和质量等参数,确定装箱数量(单发或多发)、包装外形结构(筒式结构或箱式结构)及开盖方式(端部开盖或顶部开盖)^[9]。

4.1 主体构件

箱体(筒体)、箱盖(筒盖)是外包装的主体构件,在进行结构设计时,通过适当的主体壁厚设计和在箱体(筒体)、箱盖(筒盖)的内、外表面设置合理分布的加强筋,来实现不同炮弹对其包装的刚度和强度要求^[10]。

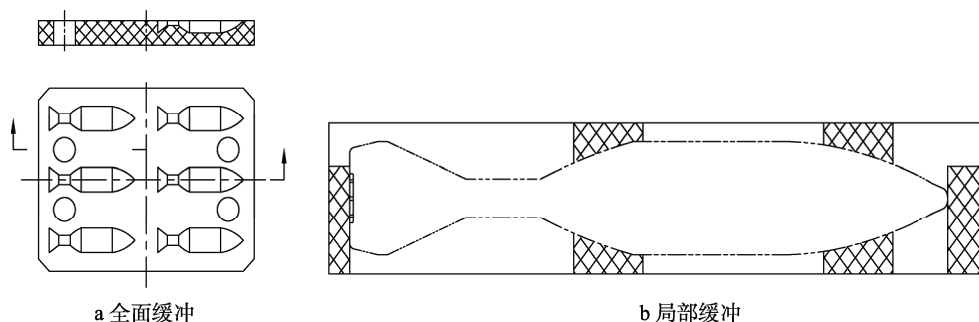


图 3 缓冲包装结构

Fig.3 Cushioning packaging structure

设计箱式结构外包装箱体、箱盖时,在内侧设置均匀分布的加强筋增加整体强度^[11]。外侧设置相对较大的加强筋,堆码时形成框架结构,承担主要载荷,减少箱体、箱盖受力。协调箱体、箱盖厚度比例,并通过锁扣连接箱体、箱盖,实现炮弹的快速装取。箱式结构外包装见图 4。

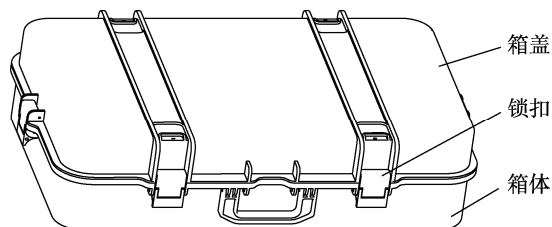


图 4 箱式结构外包装

Fig.4 Outer packaging of a box-type structure

设计筒式结构外包装筒体、筒盖时,不论单发包装还是多发包装,筒体、筒盖一般采用螺旋方式连接,其强度和刚度也需要通过在外表面设置合理分布的加强筋结构来实现。加强筋在筒体外形呈矩形结构,保证了外包装在堆码时的稳定性,并承担主要载荷,减少筒体受力。多发包装时,筒与筒之间相对独立,通过加强筋连接成一个整体。合理的筒体、筒盖长度比例,可实现炮弹的快速装取^[12]。筒式结构外包装见图 5。

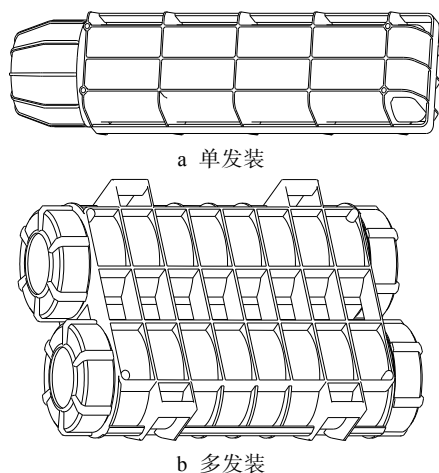


图 5 筒式结构外包装

Fig.5 Outer packaging of a cylindrical structure

4.2 密封结构

炮弹外包装一般需具有一定的密封功能,密封功能主要是通过箱体、箱盖(或筒体、筒盖)闭合后,在其口部设置密封圈来实现^[13],见图 6。箱式结构外包装的防雨水结构通常在箱盖上设置密封槽,密封槽内安装密封圈,在箱体的对应位置设置凸缘,箱体、箱盖通过闭合后,凸缘压缩密封圈实现密封。筒式结构外包装的防雨水结构通常在筒体上预留安装圆形截面密封圈的位置,装配时装上密封圈,筒盖与筒体闭合后,筒盖压缩密封圈实现密封。

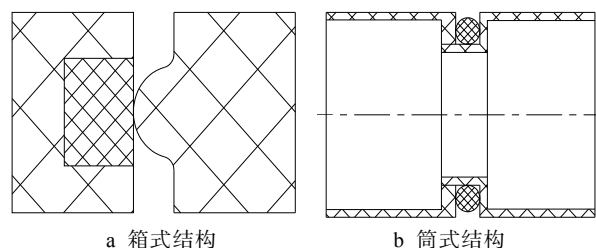


图 6 外包装防雨水结构

Fig.6 Rainproof structure of the outer packaging

4.3 堆码结构设计

炮弹在贮运过程中,通常都是以堆码的形式摆放,或者数个全包装单元以堆码的形式固定于托盘上,这样既便于保管和勤务操作,又能提高运输车辆和仓库的空间利用率^[14]。堆码结构的主要功能是实现炮弹包装在储存、运输等过程中,经受振动、冲击等外力时,限定外包装之间前后左右 4 个方向上的位移在允许范围之内,保证不会发生倒垛现象而导致炮弹功能失效或危及人员安全等现象。

通常情况下,堆码结构利用箱体(筒体)、箱盖(筒盖)外侧的加强筋来实现,而不需要其他辅助零部件,一般是由设置在箱盖上的凸起或凹孔和箱体对应位置的凹孔或凸起组成^[15],凸起和凹孔的结构没有严格限定,其形状可以为矩形、圆形、椭圆形等。

4.4 其他设计

在设计箱式结构外包装时,通常还会在箱盖、箱

体内部设计卡槽。有角跌落及棱跌落要求的炮弹包装,应在局部位置进行加厚处理。需用叉运设备进行转运单个包装的炮弹包装,需在箱体(筒体)底部设置足够高的箱脚。有人力搬运要求的炮弹包装,应在外包装上设置提手^[16]。

5 结语

设计一种具体的炮弹塑料包装结构时,根据其储存要求,应先确定采用“内包装+缓冲+外包装”还是“缓冲+外包装”的总体包装方式,然后根据内包装、缓冲、外包装及其他设计进行结构设计。近年来,塑料在炮弹包装容器上得到越来越广泛的应用,其优势越来越突出,塑料包装将成为今后炮弹发展的趋势,文中提出的总体包装方式和内包装、缓冲及外包装结构设计方法,可为相关设计人员提供参考、借鉴。

参考文献:

- [1] 谭艳. 国内外弹药包装材料的研究进展[J]. 材料导报, 2013, 27(21): 375—381.
TAN Yan. Research Progress on Ammunition Package Worldwide[J]. Material Review, 2013, 27(21): 375—381.
- [2] 洪泽雄. 浅析我国塑料包装的发展新动向[J]. 轻工科技, 2015, 197(4): 39—40.
HONG Ze-xiong. Analysis on The Development of Plastic Packaging in China[J]. Light Industry Science and Technology, 2015, 197(4): 39—40.
- [3] MIL-STD-1905A, Design and Test Requirements for Level B and Level C Ammunition Packaging[S].
- [4] 王秋雨, 赵国伟, 孙家利, 等. 大口径炮弹先进制造技术标准制定[J]. 兵工自动化, 2015, 34(4): 75—77.
WANG Qiu-yu, ZHAO Guo-wei, SUN Jia-li, et al. Set Standard for Advanced Manufacturing Technologies of Large Caliber Artillery[J]. Ordnance Industry Automation, 2015, 34(4): 75—77.
- [5] 张红静, 张国庆, 王翠青. 塑料包装袋热合强度的失效模式分析[J]. 包装学报, 2015, 7(3): 27—31.
ZHANG Hong-jing, ZHANG Guo-qing, WANG Cui-qing. Failure Mode Analysis of Heat Sealing Strength of Plastic Packaging Bag[J]. Packaging Journal, 2015, 7(3): 27—31.
- [6] RONG Zhi-yang, ZHI Li, MENG Kang, et al. Analysis on Influence of Humiture upon Ammunition Storage and Countermeasure[C]// Proceedings of the 15th International Conference on Man-machine-environment System Engineering, 2015.
- [7] 王亚芹, 曹文钢, 徐颖侠. 炮弹箱的跌落碰撞分析研究[J]. 安阳工学院学报, 2014, 13(4): 5—8.
WANG Ya-qin, CAO Wen-gang, XU Ying-xia. Analysis of the Falling Processing of Cannon-box by Means of Finite Element[J]. Journal of Anyang Institute of Technology, 2014, 13(4): 5—8.
- [8] 刘文华. 泡沫塑料在缓冲包装上的应用及设计[J]. 塑料科技, 2015, 43(12): 62—65.
LIU Wen-hua. Application and Design of Foamed Plastics in Cushion Packaging[J]. Plastic Science and Technology, 2015, 43(12): 62—65.
- [9] 赵兰森. 塑料容器结构设计探究[J]. 橡塑技术与装备, 2016, 42(10): 48—49.
ZHAO Lan-sen. Structure Design of Plastic Container[J]. China Rubber/Plastic Technology and Equipment, 2016, 42(10): 48—49.
- [10] 苗红涛. 基于 SolidWorks 的中空塑料包装容器耐内压强度有限元分析[J]. 包装工程, 2016, 37(1): 74—77.
MIAO Hong-tao. Finite Element Analysis of Compressive Strength of Hollow Plastic Packaging Containers Based on SolidWorks[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(1): 74—77.
- [11] 李颖, 肖敏, 杨万均, 等. 某弹药包装筒用改性 ABS 塑料贮存寿命评估研究[J]. 装备环境工程, 2013, 10(3): 5—8.
LI Ying, XIAO Min, YANG Wan-jun, et al. Storage Life Evaluation of Modified ABS Plastic for Ammunition Packaging[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2013, 10(3): 5—8.
- [12] 刘海艳, 王连义, 张雷, 等. 军用塑料包装箱脱模结构及注塑疵病问题[J]. 精密成形工程, 2016, 8(2): 94—96.
LIU Hai-yan, WANG Lian-yi, ZHANG Lei, et al. Problems of Demoulding Structure and Injection Molding Existing in Military Plastic Packing Box[J]. Journal of Netshap Forming Engineering, 2016, 8(2): 94—96.
- [13] 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.
- [14] PING Yan, WEN Liang-yang, BO Tan, et al. Improving Ammunition Supply Chain Management with RFID Technology[C]// Proceeding of 20th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2013.
- [15] 杨佳, 赵春玲, 计宏伟, 等. 塑料和钢塑复合包装桶高温堆码强度模拟[J]. 包装工程, 2015, 36(15): 87—90.
YANG Jia, ZHAO Chun-ling, JI Hong-wei, et al. Simulation Analysis of High Temperature Stacking Strength for Plastic and Steel-plastic Bucket[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(15): 87—90.
- [16] 周云其. 塑料产品结构设计注意事项探讨[J]. 装备制造技术, 2016(8): 129—130.
ZHOU Yun-qi. Discussion on the Matters Needing Attention in the Structure Design of Plastic Products[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2016(8): 129—130.