

美军弹药包装设计与试验要求

靳跃钢¹, 高海波², 赵耀辉³, 白涛³, 张学金³

(1. 中国兵器工业集团公司 137 厂, 张家口 075000; 2. 总装驻重庆地区军代室, 重庆 400039; 3. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: 分析了 MIL-STD-1904A, MIL-STD-1660, MIL-STD-648D 等多个美军弹药包装相关标准、规范, 归纳出了弹药包装在防护级别、防护有效期、环境适应性、单元化、包装容器和试验验证等方面的设计与试验要求, 研究表明美军弹药包装防护级别不同, 相应的设计试验要求也不同。

关键词: 美军; 弹药包装; 设计; 试验

中图分类号: TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0137-05

Design and Test Requirements of US Military Ammunition Packaging

JIN Yue-gang¹, GAO Hai-bo², ZHAO Yao-hui³, BAI Tao³, ZHANG Xue-jin³

(1. No. 137 Factory of China Ordnance Industry Corporation, Zhangjiakou 075000, China; 2. Chongqing Military Representative Office of GAD, Chongqing 400039, China; 3. No. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: Standards and specification of US military ammunition packaging, such as MIL-STD-1904A, MIL-STD-1660, and MIL-STD-648D were analyzed. The requirements of design and test in aspects of protection grade, protection period, environmental worthiness, unitization, packaging container, and test verification were induced. It was concluded that the requirements and test verification contents vary with different protection packaging grade in US ammunition packaging.

Key words: US military; ammunition packaging; design; test

随着我国武器装备自主研发能力的迅速提升, 装备防护包装的技术水平和标准化程度也大幅度提高。也必须清醒地认识到, 由于我国武器装备的自主研发起步晚, 加上长期受前苏联设计理念的影响, 在装备的防护包装方面, 尤其是弹药的包装设计与试验方面, 与外军(主要指美军)存在着很大的差距。

为了推进兵器装备防护包装技术的进步, 现就美军近年来颁行的弹药包装设计与试验方面的相关标准内容作一分析, 希望对我国弹药产品设计人员、产品包装设计人员和包装试验与评价人员有所帮助和启发。

1 防护级别

1.1 防护级别划分

美军的常规弹药包装分为 A, B, C 3 个防护级别。

其中, A 级和 B 级又各划分有 2 个档次, 共 3 级 5 档, 具体分类如下。

1) A 级防护包装: A 级战术包装(战场部署、战备储存); A 级非战术包装(战备储存)。

2) B 级防护包装: 最高 B 级(训练用弹药); 标准 B 级(军援、军贸弹药)。

3) C 级防护包装: 弹药零部件, 本土厂际周转。

就内包装防护而言, 3 级 5 档的弹药包装都基本一致, 都必须采用规定的军用防护方法, 外包装则因为用途不同和流通环境差异而有较大的区别。相应的设计验证试验在试验项目强度值和试验环境温度上也有所不同。

1.2 各级包装要求简述

1.2.1 A 级战术包装

A 级战术包装是指针对弹药在运输、装卸、储存

期间已知或预期会遇到的最严酷的环境,要求内包装和(或)外包装应具有防护程度。指定为 A 级战术包装的弹药包装设计,应能在除包装外无其他防护情况下,保护弹药免于直接暴露于世界范围各种气候、地势和运输环境和战场极值,应考虑的环境条件包括但不局限于下列各项:(1)从起始点到最终用户的运输转运储存期间的多次粗暴装卸;(2)运输中的冲击、振动和静压;(3)甲板装货、岸外或海滩卸货,包括海上转运;(4)码头和仓库转运期间由于无设备或设备有限而造成的环境暴露;(5)各种气候条件下最低限度为 1 年的户外储存;(6)堆码施加的静压;(7)方便战场作战使用的内包装和装箱特征;(8)战斗发展机构所要求的其他专有特征。

1.2.2 A 级非战术包装

A 级非战术包装设计要求和 A 级战术包装基本相同,只是由于不作战场部署,其运输装卸环境条件优于 A 级战术包装,因而包装设计验证试验强度有所降低。

1.2.3 最高 B 级包装

最高 B 级包装的弹药用于军事训练。由于美军军事基地分布于全球各地,最高 B 级包装的弹药也在世界各地运输储存,但由于装卸运输储存的条件较好,故在包装设计的验证上删掉了许多项目。试验的环境温度仍等同于 A 级非战术包装的环境温度(低温 -32°F ,常温 72°F ,高温 145°F)。

1.2.4 标准 B 级包装

标准 B 级包装的试验环境温度仍等同于 A 级非战术包装。

1.2.5 C 级防护包装

C 级防护包装的验证试验项目较 B 级包装进一步删减,试验环境温度为低温 -20°F 、常温 72°F 和高温 125°F 。

2 防护有效期要求

美军弹药 A 级包装防护有效期为 22 年。其中在有防护、有控制环境的条件下(库房内)储存 20 年,另加在无防护、无控制环境条件下(户外)储存 2 年。美军衡量防护是否有效以包装是否仍具防护功能而无性能降低为依据^[1]。美军弹药包装对防护有效期的规定及判定依据应引起重视,因其更符合客观实际,将产品的寿命期剖面与产品的防护包装紧密联系了

起来,同时又严格地区别了产品储存可靠性——弹药的可靠储存寿命和包装的防护有效性。

3 环境适应性设计与试验要求

3.1 环境剖面

弹药包装必须保护弹药免受流通过程中自然的和诱发的环境因素的影响。为此,必须认真分析弹药寿命期剖面 and 寿命期环境剖面,尤其要注意各种环境因素作用的时间长短、次数、频度,以便确定相应的设计及试验参数。

装备寿命期剖面是指装备从出厂到寿命终结过程中有关事件和条件的时间历程^[2]。军用装备寿命期剖面见图 1。

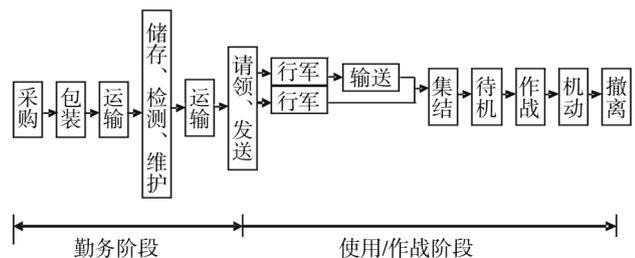


图 1 军用装备典型寿命期剖面示意图

Fig. 1 Sketch of life cycle profile of military materiel

寿命期环境剖面是指与装备寿命期剖面对应的环境种类及其时序。环境包括自然环境和诱发环境。自然环境主要有高温、低温、雨雪、盐雾、日辐射、地势植被、温度冲击、霉菌、化学侵蚀;诱发环境主要有振动、冲击、跌落、静压、加速度、声、光、电、电磁、核生化。

3.2 环境适应性设计原则

美军弹药包装的环境适应性设计原则主要有:剪裁原则(具有针对性);极限原则(具有普适性)。基于最恶劣的环境,选用新材料、新工艺、新技术,将产品环境适应性提高到当前所能达到的最高水平。美军 A 级弹药包装设计所采用的就是极限原则。

3.3 环境适应性试验项目

3.3.1 自然环境(模拟)试验项目

美军的 A 级弹药包装的自然环境(模拟)试验项目如下:日辐射(MIL-STD-810);温度冲击(MIL-STD-810);高温(MIL-STD-810);耐化学性,针对非金属容器;盐雾,针对金属容器和容器金属附件(ASTM-B117);加速热老化-应力开裂(AHA-ESC),针对非金

属容器材料;相容性(MIL-STD-650);导电性(ASTM-D257),针对接触弹药的塑料容器;容器燃烧特性(ASTM-E162, E662, E880)。

3.3.2 诱发环境试验项目

美军 A 级弹药包装运输/装卸(诱发环境)试验项目如下:堆码;振动(松散振动、固定振动、台架振动);自由跌落(3 英尺、7 英尺、40 英尺);支撑跌落(角跌落、棱跌落),针对大型容器;翻滚,针对大型容器;冲击(吊摆冲击、斜面冲击),针对大型容器。

4 单元化设计与试验要求

美军的弹药,除大型导弹和火箭弹之外,全部要求组装成托盘。弹药的单元货载有专门的设计和试验要求,设计图纸必须出自专门机构或经专门机构审批^[3]。

美军弹药包装单元货载类型有:国内外运输单元货载;舰队配发单元货载;中途补给单元货载;两栖单元货载;空军单元货载。

弹药包装单元货载试验项目包括:振动;跌落(角跌落、棱跌落);冲击(吊摆冲击或者斜面冲击);倾翻(仅针对扁、窄的单元货载);叉车试验;托盘运输车试验;吊网适应性试验;拆卸试验。

5 包装容器设计与试验要求

5.1 软质容器

软质容器作为弹药的内包装袋、套,依据 MIL-DTL-117 和 MIL-STD-6060 进行设计、试验考核与评价。

在 MIL-DTL-6060 中对包装袋的检测方法是充气加压,然后放入水池中观察有无连续气泡释出,充气加压的压力 14 kPa^[4]。

5.2 硬质容器

5.2.1 容器分类

美军对硬质容器分类如下^[5]:非呼吸容器(不装气压调节阀^[6],但须装手动释压阀);受控呼吸容器(装气压调节阀,同时装手动释压阀);自由呼吸容器(装自由呼吸器)。

5.2.2 透湿度

弹药均要求防潮,硬质防潮密封容器的透湿度要求为 0.0155 g/(m²·d)或 0.465 g/(m²·30 d)。

5.2.3 干燥剂

常规弹药包装中,只要容器透湿度能够满足要求,应尽量不使用干燥剂。对湿度敏感的弹药,则必须采用干燥防潮包装,干燥剂用量按 MIL-STD-2073 中的相应公式计算^[7]。

5.2.4 强度试验

各类容器的强度试验要求如下。

非呼吸容器:充气,105 kPa;抽气,21 kPa。

受控呼吸容器:充气,比所选气压调节阀正压高 10.5 kPa,抽气,比所选气压调节阀负压低 10.5 kPa。

对于自由呼吸容器,则不要求进行强度试验。

5.2.5 压力保持试验

每进行一项粗暴装卸运输试验后,都要对容器进行密封性检验——充气或(和)抽气,检验容器的压力保持能力。

非呼吸容器:充气,24 kPa;抽气,21 kPa。

受控呼吸容器:充气,比所选气压调节阀正压高 7 kPa;抽气,比所选气压调节阀负压低 7 kPa。

自由呼吸容器,则不要求进行压力保持试验。

5.2.6 容器的可重复使用性

弹药包装容器应可重用、可维修,和平时期应可回收(大型容器,如用于导弹、火箭弹以及散装弹药等的大型容器除外)。

5.2.7 核生化生存能力

对可能会遭遇核生化污染战场环境的弹药包装,其容器设计应使整体结构便于将污染减少到最低限度,并且便于最大限度地有效消除污染。

5.2.8 静电防护

主要是针对塑料容器,材料的体积电阻率应低于 10¹⁰ Ω·cm。

5.2.9 阻燃防火(容器燃烧特性)

按 ASTM-E162, E662 和 E800 进行试验。容器材料火焰扩散指数应不大于 25;烟雾密度应不大于 200;燃烧后应不含毒性副产物。

6 各级弹药包装装卸运输试验要求

6.1 A 级战术包装试验

A 级战术包装运输振动/装卸试验程序见表 1。试验温度为低温 -65 ℉/-54 ℃、常温 72 ℉/22 ℃和高温 165 ℉/74 ℃。

表1 A级战术包装运输振动/装卸试验
Tab.1 Transportation vibration/handling test
for level A tactical packaging

包装件 150 磅(68 kg)以下	包装件 150 磅(68 kg)以上
压力保持	压力保持
堆码	堆码
固定振动	压力保持
压力保持	振动
3 英尺自由跌落 (6 个试样, 每个跌 6 次)	压力保持
压力保持	松散振动
水平松散振动	压力保持
垂直松散振动	棱跌落 (1 个试样, 底部纵向 2 棱)
压力保持	角跌落(1 个试样, 底部 4 角)
7 英尺自由跌落 (6 个试样, 每个跌 1 次)	翻滚(一个试样)
台架振动	压力保持
POP	吊摆冲击(一个试样)
	压力保持
	捆扎
	压力保持
	提吊
	压力保持
	叉举
	POP
40 英尺自由跌落	40 英尺自由跌落

6.2 A级非战术包装试验

A级非战术包装运输振动/装卸试验程序见表2。

表2 A级非战术包装运输振动/装卸试验
Tab.2 Transportation vibration/handling test
for level A non-tactical packaging

包装件质量 150 磅(68 kg)以下	包装件质量 150 磅(68 kg)以上
压力保持	压力保持
堆码	堆码
压力保持	压力保持
固定振动	固定振动
压力保持	压力保持
3 英尺自由跌落 (6 个试样, 每个跌 6 次)	棱跌落
压力保持	角跌落(1 个试样, 底部 4 角)
POP	压力保持
	吊摆冲击
	提吊
	压力保持
	捆扎
	压力保持
	叉举
	POP
40 英尺自由跌落	40 英尺自由跌落

试验温度为低温 $-30\text{ }^{\circ}\text{F}/-34.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、常温 $72\text{ }^{\circ}\text{F}/22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和高温 $145\text{ }^{\circ}\text{F}/63\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3 B级和C级包装试验(150磅(68kg)以下)

B级包装试验温度与A级非战术包装相同,C级包装的试验温度为低温 $-20\text{ }^{\circ}\text{F}/-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、常温 $72\text{ }^{\circ}\text{F}/22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和高温 $25\text{ }^{\circ}\text{F}/52\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。B级和C级包装(68kg)试验见表3。

表3 B级和C级包装运输振动/装卸试验(68kg以下)

Tab.3 Transportation vibration/handling test for
level B and level C packaging(less 68 kg)

最高 B 级	标准 B 级	C 级
堆码	堆码	堆码
固定振动	固定振动	固定振动
3 英尺自由跌落	3 英尺自由跌落	只作 2 英尺自由跌落
松散振动	松散振动(常温下)	松散振动(常温下)
4 英尺自由跌落(POP)		
40 英尺自由跌落 (针对危险品)	40 英尺自由跌落 (针对危险品)	/

6.4 B级和C级包装试验(150磅(68kg)以上)

B级和C级包装(150磅以上)试验见表4^[8]。

表4 B级和C级包装运输振动/装卸试验(68kg以上)

Tab.4 Transportation vibration/handling test for
level B and level C packaging(over 68 kg)

最高 B 级	标准 B 级	C 级
堆码	堆码	堆码
固定振动	固定振动	固定振动
棱跌落	棱跌落	棱跌落
角跌落	角跌落	角跌落
吊摆冲击	吊摆冲击(常温)	吊摆冲击(常温)
松散振动	松散振动(常温)	松散振动(常温)
4 英尺自由跌落 (危险品)	4 英尺自由跌落 (危险品)	4 英尺自由跌落 (危险品)
40 英尺自由跌落	40 英尺自由跌落	

7 结语

包装防护是对弹药全寿命的防护,包括从出厂到使用全过程,因此弹药包装在设计上要充分考虑防护有效期、环境适应性、单元化、包装容器及使用等方面的要求。在美军 3 级 5 档的防护级别中,A级战术包装与A级非战术包装设计基本相当,这是由于其

必须适应战场部署要求,因此对包装设计要求最高,试验也最严酷,其他各类包装设计要求及试验考核依次降低。

参考文献:

- [1] MIL-STD-1904A, Design and Test Requirements for Level A Ammunition Packaging[S].
- [2] GJB 4239—2001, 装备环境工程通用要求[S].
GJB 4239 - 2001, Environmental Engineer General Requirements for Materiel[S].
- [3] MIL-STD-1660, Design Criteria for Ammunition Unit Loads [S].
- [4] MIL-DTL-6060E, Envelope, Packaging, Water-Vaporproof, Flexible[S].
- [5] MIL-STD-648D, Specialized Shipping Containers[S].
- [6] MIL-DTL-27166E, Valve, Pressure Equalizing, Gaseous Products[S].
- [7] MIL-STD-2073-IE, Standard Practice for Military Packaging [S].
- [8] MIL-STD-1905A, Design and Test Requirements for Level B and Level C Ammunition Packaging[S].
- [9] 王玲,杨万均,张世艳,等. 热带海洋大气环境下电连接器环境适应性分析[J]. 装备环境工程,2012,10(6):5-9.
- WANG Ling, YANG Wan-jun, ZHANG Shi-yan, et al. Environmental Worthiness Analyses of Electrical Connectors in Tropic Marine Atmosphere [J]. Equipment Environmental Engineering, 2012, 10(6):5-9.
- [10] 易平,何建新,杨秀清,等. 3种高分子材料自然环境多角度暴露对比试验[J]. 表面技术,2011,36(2):18-20.
- YI Ping, HE Jian-xin, YANG Xiu-qing, et al. Natural Environment Multi-angle Exposure Contrast Test about Three Kinds Polymer Materials[J]. Surface Technology, 2011, 36(2):18-20.
- [11] 陈秦,魏薇,肖冰,等. 国外武器装备 RCS 测试外场研究现状[J]. 表面技术,2012,37(5):129-132.
- Research Status of Outdoor RCS Measurement Range for Weapon and Equipment Abroad [J]. Surface Technology, 2012, 37(5):129-132.
- [12] 刘海燕,王红斌,张亚娟. 搭接结构件腐蚀疲劳试验技术装备环境工程,2012,10(6):13-16.
- LIU Hai-yan, WANG Hong-bin, ZHANG Ya-juan. The Corrosion Fatigue Test Technique of Lap Jointed Structure [J]. Equipment Environmental Engineering, 2012, 10(6):13-16.
- [7] 凌灵,陈文元,李凯,等. 微机械电容式加速度计的结构及检测技术研究[J]. 仪表技术与传感器,2008(8):3-4.
- LING Ling, CHEN Wen-yuan, LI Kai, et al. Study on Structure and Detecting Technique of Micro-accelerometer [J]. Instrument Technique and Sensor, 2008(8):3-4.
- [8] 王俊杰,罗裴. 高灵敏度差分电容检测电路的研究[J]. 武汉理工大学学报,2004,26(9):10-16.
- WANG Jun-jie, LUO Pei. High Precision Differential Capacitance Detecting Circuit for MEMS Acceleration Sensors [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2004, 26(9):10-16.
- [9] 潘文庚,晋耀,戴革林,等. 气动热效应对某红外导引头影响分析[J]. 装备环境工程,2011,8(1):29-32.
- PAN Wen-geng, JIN Yao, DAI Ge-lin, et al. Analysis of Aerodynamic Heating Effect on Infrared Seeker [J]. Equipment Environmental Engineering, 2011, 8(1):29-32.

(上接第 136 页)