

浅析军品密封包装的密封技术要求及试验方法

赵耀辉, 罗俊杰, 蔡建, 黎明
(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: **目的** 合理制定密封包装的密封技术要求, 为采用恰当的试验方法开展验证工作提供依据。**方法** 参考有关产品规范和包装标准的具体内容, 结合密封包装的用途及功能特性, 列举密封技术要求的各种表述形式; 充分考虑军品包装标准、防护方法、运输过程中的温度和地理环境等方面的规定和要求, 探讨制定密封技术要求的主要依据; 根据实际情况分析密封性试验方法的适应性及实际应用过程中需控制的影响因素。**结果** 总结出密封技术要求的各种表述形式、制定依据及密封试验方法应用过程中的影响因素。**结论** 研究结果可以作为制定密封包装密封技术要求的主要依据, 也可以作为选用密封试验方法的参考资料。

关键词: 军品; 密封包装; 技术要求; 试验方法

中图分类号: TB485.9; TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)13-0077-04

Sealed Technical Requirements and Test Methods of Military Sealed Packaging

ZHAO Yao-hui, LUO Jun-jie, CAI Jian, LI Ming
(No. 59 Research Institute of Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

ABSTRACT: In order to provide evidence for rational formulating sealed technology requirements of the sealed package and using appropriate test methods to carry out verification work. Referring to the product specifications and packaging standards and combined with the applications and features of sealed package, a variety of presentation forms for sealing technology requirements were listed. In full considerations of military packaging standards, protection methods, regulations and requirements of the temperature and geographical environment during transportation, etc., the main basis for formulating the sealed technology required was discussed; The Suitability of tightness test methods and factors to be controlled in the actual application process was analyzed according to actual condition. The various presentation forms of sealing technology requirements were summarized, and the basis of formulation and the factors in application process of sealed test method were proposed. The result could be used as the main basis for formulating sealed technology requirements of the sealed package, and it could be used as reference for choosing sealed test method.

KEY WORDS: military product; sealed packaging; technical requirement; test method

密封包装是军品包装中应用范围最广的一种包装形式, 其主要作用是使军品与外界环境形成物理隔绝, 防止外部的砂、尘、水、气等有害物质侵入包装内部, 可以最大限度地保护军品的各项技术性能处于最优状态, 以保障其顺利完成预

定目标任务。密封技术要求是密封防护包装设计的依据, 也是衡量密封性能优劣的重要指标, 一般会在军品密封包装的研制任务书中明确指出, 并在研制过程中采用相应的试验方法进行检验和评判。怎样合理制定密封包装的密封技术要求并

收稿日期: 2015-12-02

作者简介: 赵耀辉(1979—), 男, 河北人, 中国兵器工业第五九研究所高级工程师, 主要研究方向为军品包装的应用技术及产品开发。

采用恰当的试验方法开展验证工作,是参与密封包装论证环节、设计环节和使用环节的人们共同关心的问题,有关科技工作者展开了卓有成效的研究工作,并取得了许多研究成果^[1-4]。文中结合现行有关标准、规范,并根据实践经验,对该方面的有关内容进行了初步分析。

1 密封技术要求的各种表述形式

密封包装的用途及功能特性决定了密封性能的差异,这充分体现在密封技术要求的表述形式上,在有关产品规范及包装标准中可见一斑。

1) 用于长期贮存具有干燥控湿功能的密封包装一般具有优良的气密封性能,其密封要求通常表述为“在规定的气压和时间内,密封包装内部的压力损失量应在允许的范围内”,压力的损失量越少则密封性能越优。例如,航空发动机密封包装的密封技术要求为“充正压 70 kPa, 30 min 后,压力应不下降”^[5]; 导弹仪器密封包装的密封技术要求为“内压为 2 kPa, 10 min 后,压力的指示下降不大于 100 Pa”^[6]; 通用弹药密封包装的密封技术要求为“如无特殊规定,则加压(31±3)kPa,保持 30 min,表压降低在允许的范围内”^[7]。

2) 用于涉水、泅渡等具有防水功能的密封包装一般具有良好的水密封性能,其密封要求为“在规定的水深和时间内,密封包装内部不应进水”。例如,一般军用运输防水密封包装的密封技术要求为“包装件在常温中浸没 1 h,然后取出,将包装件外部干燥,再打开包装件,检查内部有无潮气迹象”^[8]; 弹药用防水软质密封包装的密封技术要求为“将包装浸入水深 1 m 以下,2 h 后取出,包装内部应无水迹”。

3) 用于真空包装的软质密封包装一般具有良好的负压密封性,其密封技术要求为“抽气 1.2 kPa, 10 min 后包装内的真空度损失不超过原真空度的 25%”。

4) 用于高空运输、耐受内外压差快速变化的密封包装一般具有专用的可调通气式密封装置,其密封技术要求为“正压(17±1.7)kPa, 负压(-10±1.7)kPa, 每小时降压不超过 0.3 kPa”^[9]。

除上述所举例子外,一些国家和行业的包装标准中对密封技术要求还有一些不同的规定,也应用于有关军品的密封包装上面。

2 密封技术要求的制定依据

密封包装的密封技术要求存在较大的差异,有的技术指标甚至达到了十几倍以上。根据实际经验,密封技术要求会直接影响密封包装的结构、强度、材料、工艺以及生产制造成本等一系列设计和生产制造要素^[10-11],因此在密封包装研制时应根据军品的实际需求制定恰当的密封技术要求,这是实现密封包装最优设计的重要前提。具体来说,在制定密封技术要求时应充分考虑军品包装标准、防护方法、运输过程中的温度和地理环境等方面的具体规定和要求,可从以下几个方面进行综合考虑。

1) 产品标准、规范和有关包装标准是制定密封技术要求的重要依据。各类国家、军用、行业的产品和包装标准或规范是指导该类产品及其防护包装设计和生产等工程实践的技术基础,标准规定的技术内容立足于充分的实践基础之上并被多次检验,证明具有实际可行性,在一定范围内具有普适性。在制定密封技术要求时应充分依据该类产品所适用的产品或包装标准,确保密封技术要求既符合军品的实际密封需求,又具有切实可行的实践基础。

2) 任何一种军品密封包装都是采用了 1 种或几种防护方法,其中一些防护方法本身就规定了密封技术要求,同时明确提出了量化的指标,如无特殊规定,则可作为密封包装的密封技术要求直接采用。在 GJB 145A 中规定了 II A(防潮包装)、II B(防水耐油包装)、IV(充氮包装)、V(带干燥剂的防潮包装)等防护方法,均要求采用刚性密封金属包装容器、刚性密封非金属包装容器或密封袋等密封包装形式,并规定了密封包装在负压-1.2 kPa 或正压 19.8 kPa 条件下无泄漏的密封技术要求^[12]。该密封技术要求源自 MIL—P—116 规定的技术内容,并被各国广泛采用,已经过了几十年的设计、生产和使用的工程实践,已经证实能够保证密封包装的密封可靠性。

3) 密封包装应不因温度的变化而出现泄漏现象,因此外界环境的温度变化情况是制定密封技术要求时不可忽略的一个重要影响因素。军品包装在运输过程中,一定会经历各种环境温度,甚至是极端温度条件。尤其是刚性密封包装,其内部构成了一个相对封闭、体积不变的空间,当外界的温度升高或降低时,由于其体积不变,根据理想气体理论,密封包装内部气体的压力也会随之升高或降低,这

必然与包装外部的环境大气压力形成压力差。由克拉伯龙方程计算可知, 密封包装在常温 25 °C、1 个标准大气压(100 kPa)条件下进行密封后, 当温度降低至-50 °C 时, 其内外压差可达 20 kPa 以上; 当温度升高至+70 °C 时, 其内外压差也超过 15 kPa。密封包装若要避免外界环境温度的影响, 则需规定最低 20 kPa 压力的条件下不发生泄漏的密封技术要求。

4) 地理环境条件是制定密封技术要求时应考虑的另一个重要影响因素。一般来说, 军品包装应适应海拔 4500 m 以下的运输环境条件, 根据相关数据可知, 大气压力会随地理位置的变化而变动, 海拔越高则大气压力和环境温度会降低, 在海拔高度 4500 m 时, 大气温度约-14 °C, 大气压强约为 58 kPa。密封包装在常温 25 °C、1 个标准大气压(100 kPa)条件下进行密封后, 根据克拉伯龙方程计算可知其在海拔高度 4500 m 时, 其内外压差将接近 30 kPa。在这种情况下, 密封包装应规定最低 30 kPa 压力的条件下不发生泄漏的密封技术要求。如果密封防护包装采用了可调通气式装置, 其密封技术要求又会不一样, 应与可调通气式装置的密封和开启压力相协调。

3 密封试验方法及其应用分析

3.1 密封试验方法的适用性

密封包装需经过科学合理的结构、材料及工艺方面的综合设计, 才能最终实现规定的密封技术要求。评判密封技术要求是否合格, 通常的做法是将密封包装按照设计图样生产制造出来后, 再采用有关标准中规定的试验方法开展试验考核。一般情况下, 军品密封包装主要采用 GJB 2711 和 GJB 4403 规定的试验方法进行密封性试验, 据统计在这 2 个标准中一共规定了真空保持法、充气法、挤压法、热水法、浸没法、喷淋法、液压法、静态检漏法、真空室试验等近 10 种试验方法, 其中的大部分试验方法等效采用了 MIL—STD—3010 的内容。

军品密封包装适用何种试验方法主要取决于包装件的结构、尺寸和质量等基本情况^[13]。一般来说, 热水法适合体积较大的包装件; 挤压法适合软质材料, 如塑料薄膜构成的小型包装件; 真空保持法不能确定大型包装件具体的漏泄位置, 也不能说明是否存在微小的泄漏。水中的浸没法不如气密性试验

敏感, 但是只要有足够的试验时间, 却适合考核包装件内部是否有水渗入, 从而在某种程度上表明包装件所采用的材料的防水性能。充气法主要适用于刚性包装容器。无论是热水法还是充气法都不适用于胶带密封的刚性包装容器, 此时应采用浸没法。

3.2 密封试验方法的应用分析

上述各个试验方法的试验程序在相关标准中均有比较详细的规定, 在实际应用时可以照章实施。就实际情况来看, 密封包装本身特性、试验场地环境温湿度、试验装置性能等会对试验的实施及其效果产生不同程度的影响, 为了获得准确、有效的试验数据, 必须对试验方法进行全面分析, 并进行合理、灵活地运用, 同时做好各影响因素的控制措施, 在应用有关密封试验方法时, 应关注以下几个方面。

1) 在 GJB 2711 和 GJB 4403 中对负压密封性试验的真空保持压力均规定为-1.2 kPa。该技术指标值得进一步的探讨, 因为在该条件下, 一些体积较大、质地较硬的多层复合密封包装袋并不能与被包装产品紧密贴合, 内部仍有空气残留。为了尽量排尽包装袋内的空气, 往往会采用更低的真空压力, 直至袋体与产品表面基本完全贴合, 这种情况下如仍采用真空压力为-1.2 kPa 的试验条件对密封包装袋的密封性进行考核, 则不能判定密封包装袋在实际使用条件下的密封性能。为了检验密封包装袋在使用条件下的密封性, 建议参照 MIL—STD—2073 1E 规定的试验方法, 即从包装袋内抽出足够的空气, 使其紧贴内装产品, 在室温下稳压 2 h 后, 将包装袋拉离物品, 然后迅速释放, 如果包装袋仍处于张紧状态并紧贴物品, 则表明其密封性满足使用要求^[14]。

2) 对于规定压力及保持时间并通过计算压力变化判定密封性能的充气法试验, 应注意控制压力稳定的时间和试验场所的环境温度这 2 个影响因素。根据试验要求, 充气压力稳定后方可记录保压时间, 故判定压力稳定的时刻尤为重要。根据经验, 采用数字式压力表时, 其显示的压力数值重复性出现时, 即可作为压力稳定的时刻。当采用指针式压力表时, 则无法观察到上述现象, 一般会在充气结束后隔一段时间再记录保压时间, 这个间隔的时间段就是压力稳定的时间, 该时间与充气的速率有关, 充气速率快, 压力稳定的时间就长, 反之亦然。在充气速率一定时, 压力稳定的时间不变, 因此通常

可根据测试不同充气速率下的压力稳定时间,以获得合适的压力稳定时间。密封包装内部气体压力会随外界环境温度的变化出现变化,这一情况也会被压力表所记录并显示出来,因此应控制试验场所的环境温度在试验期间不会发生较大的波动,环境温度的波动范围应控制在 ± 2 °C以内,否则将会影响结果的判定。

3) 浸没法在各类密封包装中应用较多,还可与充气法组合使用。“充气法+浸没法”是最严苛的一种密封性试验方法,试验中的连续气泡现象可用于判定密封防护包装的具体泄漏位置,试验过程中应控制密封包装在水中的姿态,使密封部位完全浸没于水中。在大多数情况下,包装件在入水后会排出大量的连续气泡,这是包装件外表面本身附着的气体,入水后会在水压的作用下快速逸出,此时应采取排除表面的气泡后方可观察并记录连续气泡的发生情况,在观察期间应保持密封包装件在水中处于静止状态,防止因晃动造成的水流扰动而影响结果判定。

4) 对于安装有可调通气式装置的密封包装,在采用充气法和真空保持法进行密封性试验时,充气压力应比可调通气式装置的正压开启压力高 6 kPa,抽气压力应比可调通气式装置的负压开启压力低 6 kPa^[15]。这样做的目的是充分考核可调通气式装置在正负压差条件下开启和关闭时的压力,并在可调通气装置关闭后再进行密封性能的测试,以测试密封包装在可调通气装置不工作的状态下的整体密封性能。

4 结语

军品密封包装适用的包装标准、采用的防护方法以及运输过程中的温度和地理环境等方面的规定和要求,是制定密封技术要求的主要依据。密封包装自身特性、试验场地环境温湿度、试验装置等方面均对密封性试验的结果造成影响,做好各影响因素的控制措施是获取准确、有效的试验数据的重要保证。

参考文献:

[1] 高廷如,高欣宝,傅孝忠.关于弹药包装箱密封试验要求的选择[J].包装工程,2000,21(2):45—46.
GAO Ting-ru, GAO Xin-bao, FU Xiao-zhong. The Se-

lecting of the Sealing Test Requirement on Ammunition Container[J]. Packaging Engineering, 2000, 21(2): 45—46.

- [2] 张怀智,高廷如.关于包装密封性的非破坏性检测方法[J].包装工程,2002,23(4):23—24.
ZHANG Huai-zhi, GAO Ting-ru. Researching on Nondestructive Inspecting Method of Sealed Package [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(4):23—24.
- [3] 孔振,李辉,曹雪峰.减振密封包装箱设计及试验分析[J].包装工程,2014,35(3):128—131.
KONG Zhen, LI Hui, CAO Xue-feng. Design and Experiment Analysis of Damping and Sealing Packing Box[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3):128—131.
- [4] 杨万均,魏小琴,肖敏,等.基于传感技术的密封包装容器透湿度测试方法研究[J].包装工程,2011,32(11):45—47.
YANG Wan-jun, WEI Xiao-qin, XIAO Min, et al. Moisture Penetration Measurement of Sealed Packaging Based on Sensor[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11):45—47.
- [5] GJB 834—90,航空发动机包装件鉴定试验[S].
GJB 834—90, Approval Testing for Package of Aero-engine[S].
- [6] GJB 290A—97,战略导弹仪器包装通用规范[S].
GJB 290A—97, General Specification for Instruments Packaging of Strategic Ballistic Missile[S].
- [7] 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].
- [8] GJB 2711—96,军用运输包装件试验方法[S].
GJB 2711—96, Test Methods for Military Transport Packages[S].
- [9] GJB 2017—94,专用包装容器设计准则[S].
GJB 2017—94, Design Criteria for Specialized Shipping Containers[S].
- [10] 陈世英,沈远香,王晓明.包装密封用橡胶O环的材质剖析[J].包装工程,2003,24(6):52—53.
CHEN Shi-ying, SHEN Yuan-xiang, WANG Xiao-ming. Analysis of the Rubber O Circle Material for Filled Packaging Usage[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(6):52—53.
- [11] 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,2014,35(3):112—116.
CAI Jian, ZHAN Yong-fu, HU Bing-fei. Moisture-proof and Humidity-control Design of Sealed Composite Packages[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 112—116.
- [12] GJB 145A—93,防护包装规范[S].
GJB 145A—93, Specification Preservation Packaging [S].
- [13] MIL—STD—3010B, Test Procedures for Packaging Materials[S].
- [14] MIL—STD—2073 1E, Standard Practice for Military Packaging[S].
- [15] MIL—STD—648D, Specialized Shipping Containers[S].