

环境试验与评价

舰载武器装备湿热试验方法

侯宝娥, 高阳

(中国人民解放军 91439 部队, 辽宁 大连 116041)

摘要: 文章分析了武器装备环境试验现状, 明确了实验室环境试验是舰载武器装备可靠性检测的重要手段, 并以舰载武器装备为例, 依据 GJB 150A 设计了此类型装备湿热试验方案, 重点提出湿热试验主程序之前置程序的必要性。最后总结了 GJB 150A 作为剪裁标准在实际使用中应注意的事项, 可被借鉴于其他类型的环境试验中。

关键词: 武器装备; 环境试验; 湿热试验

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2018.08.012

中图分类号: TJ83; U661 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2018)08-0065-04

Damp Heat Test Method of Weapon Equipment in Warship

HOU Bao-e, GAO Yang

(Unit 91439 of PLA, Dalian 116041, China)

ABSTRACT: The paper analyzed the present state of environmental test on weapon equipment, cleared that laboratory environmental test was an important mean of ship-borne weapon equipment reliability testing. And in the case of ship-borne weapon equipment, the damp heat testing program of this type equipment has been designed according to GJB 150A, focused on that pre-procedure was essential before the main procedure of this test. Finally, it summarized the matters needing attention of GJB 150A as a tailorable standard in actual using. And it can be used for reference to other environmental test.

KEY WORDS: weapon equipment; environmental test; damp heat test

1 环境试验概述

环境试验是准确、高效评价武器装备环境适应性程度的可靠手段。目前, 美国明文规定军用设备不经过环境试验的考核, 不允许定型和生产。英、俄、日等国也对军事装备环境试验极其重视, 在本国乃至全球建有多个不同类型的装备环境试验场站。环境试验包括自然环境试验和实验室环境试验, 自然环境试验方法简单, 试验结果更接近于实际使用环境, 但是影响因素难以控制, 试验周期长, 试验结果存在随机性等。实验室环境试验以其环境条件可控、试验现象复现性强、试验结果具有可比性等优点, 广泛应用于武器装备的环境适应性考核。

多年来, 世界各军事强国都积极制定、完善环境试验标准, 拓展环境试验方法, 不断创新试验设备, 以满足不同武器装备、不同使用环境的试验要求, 从而形成各具特色的标准体系。其中美军 810 系列标准一直引领着军用环境试验的潮流, 许多新概念和新思想来自该系列标准, 如剪裁理论和技术, 环境工程概念和技术等^[1-3]。我国 2009 年陆续颁布的 GJB 150A 《军用装备实验室环境试验方法》系列标准, 即借鉴了美 810 系列标准的思想, 对 GJB 150 系列标准进行了修正, 150A 标准强调按照装备特点进行剪裁, 重视试验信息采集和利用^[4-5]。

随着我国海军走向大洋, 舰载武器装备工作的自然环境有了更大变化。其中湿热条件在热带地区全年

都可能出现,在中纬度地区则季节性地出现,而受海上日照量大、气温高、水蒸气蒸发量大、空气湿度高的影响,舰艇的舱室内极易形成一个高温高湿的环境条件。文中以舰载武器装备湿热试验为例,对 150A 标准的剪裁、使用方法及注意事项等进行探讨。

2 舰载武器装备湿热试验方案

假定某舰载舱内设备设计要求:在温度为 50℃、相对湿度为 90%~95%的环境中能够正常工作。

2.1 试验目的

该设备进行湿热试验的目的是,考核设备在温度为 50℃、相对湿度为 90%~95%的环境中是否能够正常工作,对设备耐湿热大气影响的能力及设计缺陷给出客观评价,为设备改进提供依据。

2.2 试验条件及要求

试验设备要求如下所述。

1) 试验箱应能防止箱壁冷凝水滴落到被试品上,以免影响到试验结果。

2) 由于试验箱内温度交替变化,导致箱内水蒸气压力发生变化,试验箱应设置排气孔,以防止箱内压力升高。

3) 试验箱应有测量和记录装置,用于测量、记录试验条件,并要求与试验箱控制器分开。

4) 测量试验箱内相对湿度应选择不受冷凝水影响的固体传感器,或是快速反应干湿球传感器、露点测试仪等。

5) 试验箱内风速要求:被试品周围空气任何部位的风速应保持在 0.5~1.7 m/s。若采用干湿球传感器测量试验箱内相对湿度,则流过该传感器的风速不低于 4.6 m/s,且湿球纱布应在风扇吸气的一侧,以避免风扇热量的影响。

6) 若试验条件测量记录装置采用湿球传感器系统,则湿球和容器应保持清洁,每次试验前更换新的湿球纱布,且至少每 30 天更换一次。使用的湿球纱布应尽可能薄,并保持传感器表面湿润,湿球系统所用的水与加湿用水的水质相同。

7) 加湿用的水质应符合 GJB 150.1A—2009 的要求(在 25℃下,水的 pH 值为 6.5~7.2,推荐使用电阻率为 1500~2500 $\Omega \cdot \text{m}$ 的水)^[6],并要求定期(一般不超过 15 天)检验水质。

8) 采用蒸汽或喷水的方法加湿试件周围的空气。若喷水加湿,在喷水之前应调节水的温度,以避免破坏试验条件,且不能直接将水喷入试验区。

被试品安装要求如下所述。

1) 被试品与试验箱的有效容积之间要保持合理的比例。对于发热被试品,其体积不大于试验箱有效容积的 1/10;对于不发热被试品,其体积不大于试验

箱有效容积的 1/5。

2) 被试品安装应保证有良好的空气循环,被试品之间、被试品与试验箱箱壁之间至少应有 15 cm 的距离。

3) 被试品的正常电气连接和机械连接,若试验中不需要,则用模拟接头代替。

2.3 试验设计

GJB 150.9A 湿热试验不包含自然或诱发的温湿度循环,只有一个以发现装备潜在设计缺陷为目的的加速试验程序,提供的是一个通用的应力环境^[7]。某型装备湿热试验方案设计重点是试验条件的剪裁,包括温湿度循环周期数、试验持续时间、温湿度量值等试验参数和被试品技术状态。标准给出的温湿度量值是温度在 30~60℃之间变化、相对湿度为 95%^[7],但该型装备的设计要求为最高温度是 50℃、相对湿度为 90%~95%,因此这里采用温度在 30~50℃之间变化、相对湿度为 95%、温度下降期间要求相对湿度稳定在 90%,循环控制如图 1 所示。标准中明确湿热试验以 24 h 为 1 个循环周期,最少进行 10 个周期。一般 10 个周期足以展现湿热环境对大多数装备的潜在影响。若装备设计对其耐湿热能力有特殊要求,可按文件规定延长试验持续时间。某舰载舱内设备的设计无特殊要求,其湿热试验以 24 h 为 1 个循环周期,进行 10 个周期。被试品技术状态尽量以其实际使用状态进行试验。

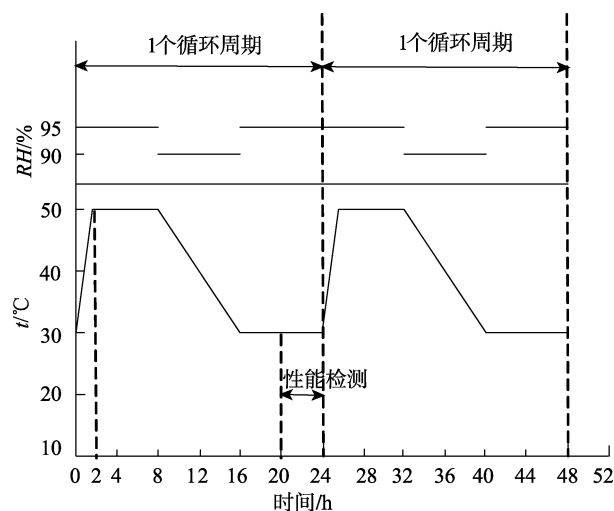


图 1 湿热试验循环控制图

试验实施方法如下所述。

1) 在标准大气条件下,将被试品依据试验要求安装在试验箱内。

2) 获取被试品基线数据。标准大气条件下,对被试品外观目视检查,记录检查结果。启动被试品工作,按规定对被试品性能检测并记录检测结果。被试品停止工作,结果正常则继续下面试验。

3) 调节试验箱内温度为 20℃、相对湿度为 60%^[8], 并保持 24 h (使装备处于模拟的海洋大气环境条件下)。

4) 调节试验箱内温度为 30℃、相对湿度为 95%, 并保持 2 h (调节试验箱环境条件稳定在试验要求的起始环境条件)。

5) 设置试验箱的试验条件为温度 30~50℃、相对湿度为 95%、温度下降期间相对湿度 90%, 试验进行 10 个周期, 每个周期 24 h。启动试验程序, 开始记录试验循环周期。

6) 在第 5 个循环和第 10 个循环周期的末尾, 如图 1 所示的时间段内对被试品进行性能检测, 并记录检测结果。对被试品进行全面目视检查, 并记录检查结果。若被试品性能检测需打开试验箱门, 且检测不能在 30 min 内完成时, 将被试品在温度为 30℃、相对湿度为 95% 的条件下保持 1 h, 然后继续进行检测, 直到检测完毕。

7) 检测结果与第 2) 步的基线数据比对, 如果被试品出现故障, 则终止温湿度循环, 调节温湿度条件, 使其达到标准大气条件, 再次进行性能检测并与基线数据对比, 分析查找故障原因。如果被试品能够正常工作, 则继续试验至试验结束。

8) 试验结束后, 调节温湿度条件使其达到标准大气条件, 进行性能检测和外观检查, 并与基线数据对比。

2.4 试验数据测量

试验数据包括: 试验箱的温湿度随时间变化的记录; 被试品性能参数、外观及检测的时间点与持续时间。

2.5 试验结果分析

分析试验箱温湿度随时间的变化曲线, 分析被试品历次性能检测结果、在高温高湿条件下暴露引起的外观变化等。与被试品基线数据进行对比, 对被试品耐湿热大气影响的能力给出客观评价。

3 试验前置程序

在环境试验设计时, 有一个重要的必不可少的过程必须引起试验设计者的重视, 即试验起始时间的确定问题。

被试品放入环境试验箱中, 若此时即启动试验, 则实验室大气环境条件 (因海洋上空空气的相对湿度一般都在 60% 以上^[9], 此处假设当前大气环境温度为 20℃, 相对湿度为 60%) 是该试验程序运行起点的实际环境条件。从这个状态点开始, 试验箱内温度、湿度从大气环境条件升至试验设计所要求的程序起点的温度和湿度, 且在这个过程中, 只有待温度稳定后, 箱内的相对湿度才能从大气环境的相对湿度升至

试验程序起点要求的相对湿度, 并保持稳定。这将导致试验的第一个循环周期试验条件不满足图 1 的要求, 此循环无效, 不应计入试验周期数中。

鉴于试验条件及试验时间误差控制要求, 只有待试验箱内温度和相对湿度都稳定在试验程序的起点状态时, 才算正式进入环境试验的运行程序, 并开始计算试验时间。因此, 在设置气候环境试验程序时, 必须在试验主程序之前增加一个前置程序, 用于在试验进入要求的主程序起点之前, 将试验箱内大气环境条件 (温度为 20℃, 相对湿度为 60%) 调制为试验程序起点的环境条件 (温度为 30℃, 相对湿度为 95%)。图 1 的试验方案设计加上前置程序应如图 2 所示。

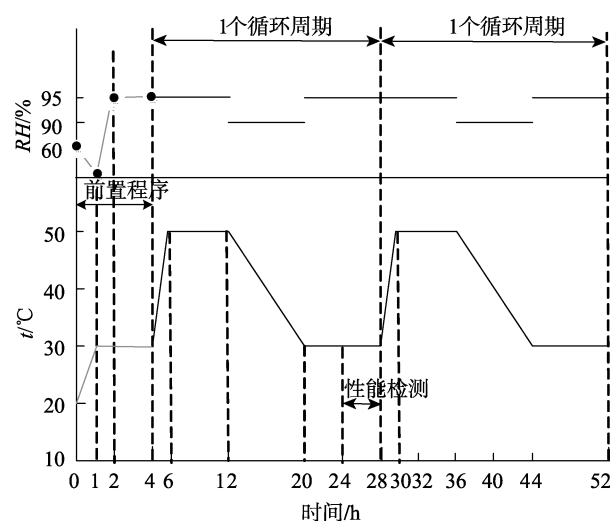


图2 有前置程序的湿热试验循环控制图

试验结束后, 要分析试验箱测量记录装置记录的试验过程中温湿度随时间变化的曲线, 并与图 2 作对比, 以确保试验程序起点为试验要求的起点环境条件, 确保试验的有效性、准确性。

设置前置程序还应注意: 由于相对湿度是温度的函数, 一般情况下, 高温时, 温度每升高 1℃, 湿度下降 5%。因此在温度调整时, 不要同时调整湿度, 如图 2 中的 0~1 h 期间; 温度恒定后, 再进行湿度调整, 如图 2 中 1~2 h 期间; 当温湿度调整至满足试验主程序起始条件 30℃、95% 时, 保持 2 h 后, 启动试验主程序, 开始被试品湿热试验循环。

4 结语

GJB 150A 作为剪裁标准, 只提供有关数据、资料、基本试验程序和剪裁技术指南, 不具体规定试验项目、试验项目顺序、试验条件和试验程序, 因此, 此标准不能直接引用^[10]。在标准实际应用中, 由于人为主观因素较多, 剪裁尺寸较大, 易造成实验室环境试验不能完全模拟装备使用环境, 导致试验无效^[10-11]。

因此,采用 150A 标准制订试验方案,必须要有环境工程专家介入,利用标准中的数据、技术和指导,结合装备自身特点,剪裁确定试验项目顺序、试验条件和试验程序等,确定试验信息采集及其使用,正确进行试验中断处理和试验结果分析,给出武器装备环境适应性的客观评价。

参考文献:

- [1] 苏燕. 国内外自然环境试验体系探讨[J]. 中国标准化, 2003(3): 27-28.
- [2] 白雄飞. 湿热试验介绍及相关标准解析[J]. 环境技术, 2017, 35(5): 17-20.
- [3] 魏艳娟, 明志茂. 机载设备气候类环境试验标准分析[J]. 环境技术, 2017, 35(1): 55-61.
- [4] 祝耀昌, 王建刚, 张建军. GJB 150A 与 GJB 150 内容对比和分析(一)[J]. 航天器环境工程, 2011, 28(1): 5-10.
- [5] 祝耀昌, 王建刚, 张建军. GJB 150A 与 GJB 150 内容对比和分析(二)[J]. 航天器环境工程, 2011, 28(2): 110-114.
- [6] GJB 150.1A—2009, 军用装备实验室环境试验方法第 1 部分: 通用要求[S].
- [7] GJB 150.1A—2009, 军用装备实验室环境试验方法第 1 部分: 通用要求[S].
- [8] 施建荣. 论舰船设备的湿热试验[J]. 装备环境工程, 2005, 2(3): 7-12.
- [9] 曲晓燕, 邓力. 舰载武器海洋环境适应性分析[J]. 舰船电子工程, 2011, 31(4): 138-142, 146.
- [10] 傅耘, 祝耀昌, 陈丹明. 装备环境要求及其确定方法[J]. 装备环境工程, 2008, 6(5): 46-51.
- [11] 刘志强, 鲜大立. 电子装备自然环境试验的探讨[J]. 舰船电子工程, 2013, 33(1): 120-121, 130.