

GJB 150A 在某通信装备低温试验中的应用研究

翁雷, 刘岩

(江南计算技术研究所, 江苏 无锡 214083)

摘要: 由于是剪裁标准, GJB 150A 发布以来的很长一段时间内, 许多使用人员还无法适应, 对试验工作造成诸多困扰。为了指导研究人员摆脱菜单式标准的束缚, 以 GJB 150A 为参考标准, 根据某通信装备的寿命期剖面 and 寿命期环境剖面, 论述了该装备低温试验的实施要点, 对试验程序、试验顺序和试验条件的选择依据及结果给出了详细分析, 提出了试验实施的设备与试件要求。

关键词: GJB 150A; 低温试验; 环境剖面

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2013.04.012

中图分类号: V216.5 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2013)04-0047-05

Application Research of GJB 150A in Low Temperature Test of Some Communication Equipment

WENG Lei, LIU Yan

(Jiangnan Institute of Computing Technology, Wuxi 214083, China)

Abstract: Many users are not used to GJB 150A after issued for such long time for its tailor standard character, which cause a lot of puzzles for test work. Low temperature test outlines of some communication equipment using GJB 150A were discussed according to the life-span profile and environment profile of equipment. The selection bases and results of test procedure, test sequence, and test condition were analyzed. The requirements on test facility and specimen were put forward. The purpose was to provide guidance for users of GJB 150A to get rid of constraint of menu type test standards.

Key words: GJB 150A; low temperature test; environment profile

低温几乎对所有材料都有不利影响。由于低温会改变装备组成材料的物理特性, 如使材料发生硬化和脆化, 造成材料破裂与龟裂、脆裂、冲击强度改变和强度降低等, 因此可能对装备造成暂时或永久性的损害^[1]。因此, 只要装备在低于标准大气条件的

温度下拆装、运输、贮存或使用, 就要进行低温试验。

GJB 150《军用设备环境试验方法》是我国最权威的军用设备环境试验标准, 适用于军用设备研制、生产和交收各阶段, 是制定有关军用设备标准和技术文件的基础和选用依据。2009年, GJB 150进行了

收稿日期: 2013-02-26

作者简介: 翁雷(1981—), 男, 辽宁锦州人, 硕士, 工程师, 主要研究方向为环境与可靠性试验。

换版,由新版的GJB 150A—2009替代了旧版的GJB 150—1986。相对于旧版,新版是剪裁标准,提倡根据装备环境剖面、任务剖面等信息对标准进行剪裁,指导用户根据产品的实际情况来选择试验方法、试验顺序、试验程序,并参照产品技术条件确定试验条件及试件工作状态,从而制定最佳试验方案。新版标准还细化了试验条件的允差及试验前、试验中、试验后的信息,进一步明确规定了试验后的数据处理细则,增加了试件安装、环境效应和失效判据、试验报告、结果分析、监控和监测等内容。

GJB 150.4A是GJB 150A中的低温试验方法,由于是剪裁标准,在新标准发布以来的很长一段时间,许多使用人员还无法适应,对试验工作造成诸多困扰。为了更好地利用新标准开展低温试验工作,以某通信装备为研究对象,进行低温试验方法应用研究。

1 装备寿命期环境剖面设计

装备的寿命期环境剖面是与装备寿命期各个阶段状态、环境应力类型、量级、持续时间等相关的一份环境应力清单或流程图。寿命期环境剖面是制定环境试验方案的重要依据。设计装备寿命期环境剖面首先要研究其寿命期剖面,确定装备拆装、贮存、运输或使用中的技术状态、环境条件、持续时间和诱发的故障模式等,并按时序一一列出,最后找出与环境应力相关的信息,得到装备的寿命期环境剖面^[2]。

开展某通信装备的低温试验应用研究,要设计符合实际、可操作性好的寿命期环境剖面。在进行了大量的调研以后,首先设计了该通信装备的寿命期剖面,如图1所示。

图1中寿命期剖面由装备各阶段的状态、经历的环境以及完成的任务组成。通过对其相关的地理位置和气候特性,装备的贮存、运输和使用平台,状态或任务预期出现的频次和持续时间等进行研究,确定了装备寿命期环境剖面,如图2所示。

2 试验设计

利用图2所示的寿命期环境剖面,研究低温环境在装备寿命周期中出现的位置、形式和时间,以此

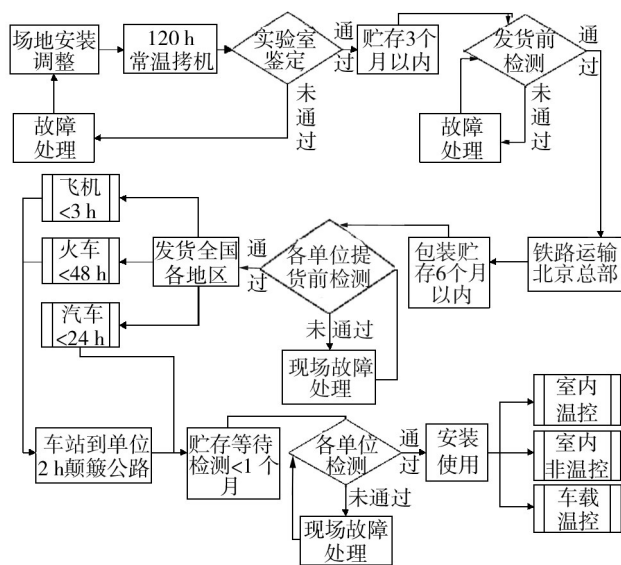


图1 某通信装备寿命期剖面

Fig. 1 The life-span profile of some communication equipment

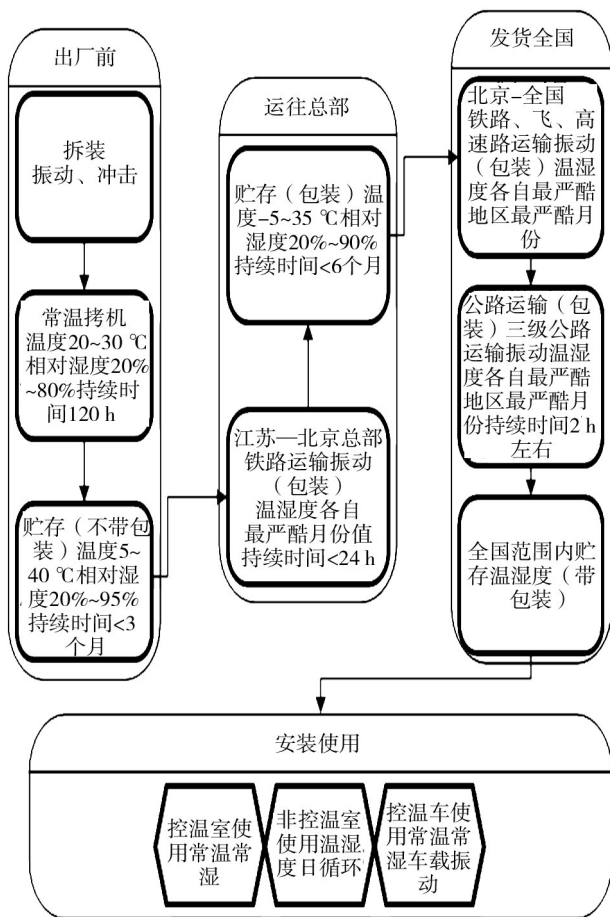


图2 某通信装备寿命期环境剖面

Fig. 2 The life-span environment profile of some communication equipment

确定低温试验的试验顺序、程序类型、温度应力和持续时间等。图2中,从第3阶段开始就可能出现低温环境,其中严酷等级最高可能出现在6,7,9三个阶段中。

2.1 试验程序选择

GJB 150.4A 低温试验的目的是评价在贮存、工作和拆装操作期间,低温环境对装备安全性、完整性和性能的影响,因此低温试验包括贮存、工作和拆装操作3个试验程序^[1]。这与旧版 GJB 150 存在明显区别,GJB 150.4 只有贮存和工作两个程序。此外,不同于高温试验引入循环试验方法,虽然低温环境也是周期性变化的,但是这种变化对装备影响并不显著,因此低温试验一般不考虑循环试验,除非认为低温变化对装备的影响很重要^[1]。

按照 GJB 150.4A 进行低温试验时,可以选择适用的程序单独试验,也可以按一定顺序组合试验。组合试验时,贮存试验在工作试验之前进行,拆装操作在工作试验之前或之后进行,也可不进行拆卸操作。在对试验程序进行剪裁时,除了要考虑装备的用途和自然环境外,还要收集与装备实际使用情况的相符的试验数据,最好是实测数据或相似装备的实测数据,并了解不同程序的性能测试时机和性质。

由图2可知,低温环境对装备的影响从第3阶段开始越来越显著,装备要反复经历低温贮存、低温贮存和振动综合作用、低温工作或低温工作与振动综合作用等过程。对环境剖面进行适当剪裁,去掉低温影响相对较弱的阶段。由于没有拆装操作过程,低温变化也无较大影响,因此可以将该通信装备低温试验的程序定为低温贮存和低温工作。考虑到低温与振动综合作用对装备的效应,可以在低温试验中同时进行振动试验。

2.2 试验顺序确定

GJB 150A 对于试验顺序选择的规定真正从产品实际使用情况考虑或以发现更多故障为目的,使剪裁结果更接近真实情况。

依据 GJB 150A 进行试验顺序剪裁时,应考虑试件的特性、寿命期剖面和环境剖面、预期使用场合、现有条件、各个试验环境的预期综合效应等因素^[3]。具体操作时,可以按照不同的试验目的遵循以下原

则。

1) 节省寿命原则,目的是使施加的环境应力对试件的损伤从小到大,以便试件能经历更多的试验项目。

2) 施加的环境应力能最大限度地显示叠加效应。按照这个原则,如果没有条件开展综合试验,低温试验和力学试验组合应置后进行,与低气压试验组合时应先进行。

根据美国 Hughes 航空公司对电子产品现场试验各种失效情况的统计与综合分析,可以获知对装备影响的各种环境应力中温度应力所占的权重(如图3所示),以及低温应力在温度影响中所占的权重(如图4所示)。

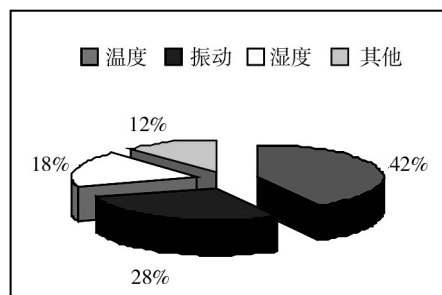


图3 各种环境应力引起装备失效的权重

Fig. 3 The equipment failure proportion caused by environment stresses

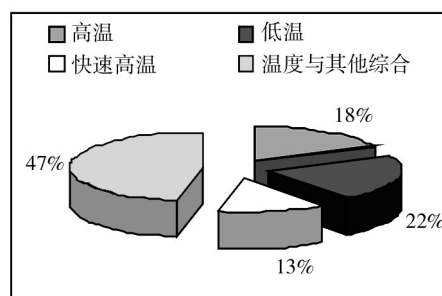


图4 温度应力引起装备失效的权重

Fig. 4 The equipment failure proportion caused by temperature stress

应用上述理论确定某通信装备低温试验顺序时,在不考虑综合应力作用的情况下,从图3、图4可知,低温、高温、湿度、振动引起装备失效的权重分别为9.2%,7.6%,18%,28%。由于环境应力对装备的

损伤与失效具有一定程度的关联性,且希望在试验中获得更多的装备信息,因此根据节省寿命原则,将该通信装备的低温试验安排在高温试验之后、湿热和振动试验之前进行。

2.3 试验条件设计

低温试验条件包括温度值、持续时间和试件技术状态。

GJB 150是引用标准,而GJB 150A是剪裁标准^[4]。GJB 150规定了具体温度或参照有关标准、技术文件要求选择低温试验温度,而GJB 150A建议温度剪裁要考虑3个方面的因素。

1) 应根据装备研制总要求或技术手册,由使用方或研制方根据装备寿命期内可能遇到的拆装、贮存、运输和使用的自然和诱发环境情况,确定装备寿命期环境剖面。

2) 应根据装备的使用或安装平台,获取环境温度实测数据,不能简单地直接引用由GJB 1172.2—1991获得的自然环境数据。当不能获取实测数据时,也可以根据安装在相似平台的相似装备实测数据或其他经验数据来剪裁获得^[5]。

3) 在无法获取环境实测数据或相似装备的实测数据时,应根据装备部署区域,对GJB 150A和GJB 1172.2进行适当剪裁,获得相应区域的低温极值。我国与世界范围内不同概率的低温极值见表1。

表1 低温概率-极值

Table 1 Low temperature probability - extremum

中国的低温极值		世界范围的低温极值	
概率/%	低温极值/℃	概率/%	低温极值/℃
20	-41.3	20	-51
10	-44.1	10	-54
5	-46.1	5	-57
1	-48.8	1	-61

由于某通信装备部署在全国范围内,因此可以按照表1数据,采用概率为20%的低温极值-41.3℃进行贮存试验。考虑到装备工作时人的可操作性,以及根据实际统计的最严酷工作环境温度(2~-5℃),低温工作试验在-5℃下进行。

低温持续时间影响装备的性能和安全性,可根

据装备材料特性、实际使用情况等剪裁确定,也可以采用标准推荐的数值^[3]。由于该通信装备与安全性无关,在低温稳定期内一般不会出现性能退化现象,因此贮存试验时间设定为4 h,工作试验时间为2 h。

试件在试验箱中的技术状态应根据贮存或工作的实际状态确定。试件的技术状态对试件安装、温度稳定以及稳定时间等都有一定的影响,因此试验时除了尽量满足试件的实际状态外,在试件必须工作时,还应按要求编制试验操作程序。参照图2,该通信装备贮存试验时,试件最好带包装试验。若与工作试验组合进行,为方便性能检测,也可以不带包装进行贮存,但需按温度影响程度提高贮存温度。

3 试验实施要求

3.1 试验设备要求

相对于GJB 150来说,GJB 150A的低温试验对试验设备的要求并没有很大变化,只是作了更细致、具体的规定^[3]。试验时除了保证该通信装备附近的风速不超过1.7 m/s外,还要控制试验箱温度变化率不超过3℃/min。

3.2 试件及温度传感器安装要求

试件安装应尽可能复现或模拟实际使用状况,使试件与试件之间、试件与试验箱内壁之间保持15 cm以上距离,保证良好的空气循环。

由于GJB 150A的低温试验方法注重获取试件对低温的响应和稳定时间等信息,因此在试件温度敏感部位和重要部件表面或内部要安装温度传感器,并且配置独立于试验箱控制系统的监测记录系统。安装温度传感器前,尽量获得试件温度场分布情况,以此确定试件的热敏感部位。

3.3 检测与监测要求

装备低温贮存和低温工作都要进行性能检测,但是二者之间存在较大差别,主要表现在试件技术状态和性能检测的时间不同。低温贮存是用来评价低温贮存后对装备性能的影响,低温试验中试件不工作,低温试验之后进行性能检测;低温工作是用来评价装备工作期间低温对其影响,低温试验中试件

工作,并进行性能检测。

低温试验过程中,要分别对试验设备和试件进行监测。试验设备监测是为了确保试验箱内的温度应力保持在规定的允差内,按规定进行数据记录,并设立报警系统。试件监测要求按规定频度、规定项目进行,以确保及时中断并采取必要措施。

4 结语

通过某通信装备的低温试验,详细介绍了GJB 150A的低温试验剪裁过程,论述了低温试验程序、顺序、条件的选择依据及结果,并分析了试验实施过程中对设备、试件等的要求。

GJB 150A 自发布以来,受到越来越多的单位重视。对试验人员来说,因其对试件了解不多,并且试

验剪裁具有一定难度,因此需要试验人员和装备研制人员彼此配合,发挥试验人员丰富的试验经验和研制人员对装备深入了解的共同作用,从而制定出最适合装备实际情况的低温试验方案。

参考文献:

- [1] GJB 150A—2009,军用装备实验室环境试验方法[S].
 - [2] GJB 4239—2001,装备环境工程通用要求[S].
 - [3] 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.
 - [4] 冉建华. GJB 150A 的发布对产品设计及试验工作的影响[J]. 装备环境工程,2011,8(6):71—75.
 - [5] 林琳,张熙川,叶涛. MIL-STD-810F 低温试验方法研究[J]. 电子产品可靠性与环境试验,2010,28(2):4—8.
-
- (上接第40页)
- 性能,能够替代和修复轻武器中现有发光材料,对提高轻武器夜视性能具有重要的意义。
- 参考文献:**
- [1] 刘应亮,雷炳富,邝金勇,等. 长余辉发光材料研究进展[J]. 无机化学学报,2009,25(8):1323—1329.
 - [2] CLABAU F, ROCQUEFELTE X, JOBIC S, et al. Mechanism of Phosphorescence Appropriate for the Long-lasting Phosphors Eu^{2+} Doped SrAl_2O_4 with Codopants Dy^{3+} and B^{3+} [J]. Chemistry of Materials, 2005, 17(15):3904—3912.
 - [3] CHANG Cheng-kang, YUAN Zhao-xin, MAO Da-li. Eu^{2+} Activated Long Persistent Strontium Aluminate Nano Scaled Phosphor Prepared by Precipitation Method[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2006, 415(11):220—224.
 - [4] TANG Wan-jun, CHEN Dong-hua, YANG Hai-jian. Luminescence Characteristics of Energy Transfer between Ce^{3+} and Eu^{2+} in NaMgPO_4 Phosphor[J]. Applied Physics A, 2011, 103:263—266.
 - [5] 洪广言. 稀土发光材料[M]. 北京:科学出版社,2011:180—182.
 - [6] ZHAO Chang-liang, CHEN Dong-hua, YUAN Yu-hong, et al. Synthesis of $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ Phosphor Nanometer Powders by Combustion Processes and Its Optical Properties [J]. Materials Science and Engineering, 2006, 133(22):200—204.
 - [7] DORENBOS P. Mechanism of Persistent Luminescence in $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ [J]. Physica Status Solidi (b), 2005, 242(1):7—9.
 - [8] TANG Wan-jun, CHEN Dong-hua, YANG Hai-jian. Luminescence Characteristics of Energy Transfer between Ce^{3+} and Eu^{2+} in NaMgPO_4 Phosphor[J]. Appl Phys A (2011) 103:263—266.
 - [9] ZHANG P, XU M, LIU L, et al. Luminescent Properties of $\text{Sr}_3\text{Al}_2\text{O}_6:\text{Eu}, \text{Pr}$ Prepared by Sol-gel Method[J]. Journal of Sol-gel Science and Technology, 2009, 50(3):267—270.
 - [10] YAO S S, XUE L H, YAN Y W. Synthesis and Luminescent Properties of Hexagonal $\text{BaZnSiO}_4:\text{PEu}^{2+}$ Phosphor[J]. Applied Physics B, 2011, 102(3):705—709.
 - [11] 沟引宁,李鑫洋. 表面活性剂对镁合金浸锌的影响[J]. 表面技术,2012,41(1):51—53.
 - [12] 王秀静,陈克勤,张炬,等. 金属大气暴露与模拟加速腐蚀结果相关性探讨[J]. 装备环境工程,2012,9(1):94—104.
 - [13] 王玉勤,路品,马彦飞. 金属表面黑色磷化液的研究[J]. 表面技术,2012,41(4):71—73.
 - [14] 赵世宜,霍东芳,任杰,等. 高温高湿环境对车辆装备的影响及防护对策[J]. 装备环境工程,2012,9(1):72—74.