

某型应答机湿热试验中断处置分析

刘有超

中国电子科技集团公司第十研究所 四川 成都 610036

摘要: 本文主要介绍了某型应答机湿热试验中断处置分析。首先是对某型应答机湿热试验中断时的状态进行了分析,然后依据GJB150A-2009中有关湿热试验中断的处置方法进行处置,同时从表面效应、材料性质的改变、凝露和游离水等在湿热试验中对装备的影响和结构设计中采取的设计措施两个方面进行了分析,最后结合同类产品湿热试验类比分析,认为某型应答机湿热试验中断对考核设备耐湿热大气的的能力没有影响。

关键词: 湿热试验; 中断; 处置; 影响分析

引言

湿热是装备导致失效的一个主要因素。湿热试验的目的是确定装备耐湿热大气影响的能力^[1]。为了确定设备在高温及高湿条件下的适应性,按照相关适用标准开展验证,试验室试验是一种加速试验,比自然环境所发生的潮湿更频繁、更严重或周期更长^[2]。因此,当高温、高湿作用于产品时,所形成的水汽吸附、吸收或扩散作用,使装备加速老化和失效^[3]。装备在设计时应结合项目环境适应性设计中湿热试验的具体要求,如湿热试验采用哪个标准的要求,湿热试验是采用恒定湿热还是交变湿热,试验的温度和湿度要求,试验周期、试验合格判据及试验中断的有关处置办法等。根据这些湿热的具体要求在结构设计时进行有针对性的设计,如通过正确的材料选用、合理的进行镀或涂覆的表面处理等方面采取对应的设计措施,以保证装备在湿热环境条件下能长期正常工作。在湿热试验过程中可能因为试验箱故障、电力故障等原因造成试验中断。试验中断的处理方法与产品自身特性、试验项目、试验方法、中断原因、中断时间点、中断引起环境效应等密切相关,因此处理起来较为复杂^[4]。遇到试验中断的情况,首先应对上述因素进行分析,然后根据采用的试验标准中关于试验中断的处置方法,采取对应的处置措施。

1 概述

某型应答机湿热试验采用GJB150.9A-2009的要求进行,试验条件为30℃~60℃交变,除了在温度下降期间相对湿度可以降至85%外,在其他所有时间内相对湿度应保持为95%±5%,试验以24h为一个循环周期,试验时间为10个周期。在湿热试验进行至第5循环2h剖面点时,由于试验室电力故障导致停电,湿热试验暂停。湿热试验暂停

期间,试件一直保存在试验箱内,试验箱一直未开箱。在湿热试验中断5天后,电力故障排除,对应答机进行了继续试验前的功能性能测试,功能性能测试结果正常,重新从第5循环0h剖面点继续进行湿热试验,在湿热试验的第5个循环和第10个循环按照GJB150.9A-2009的规定时间段内对试件进行了功能性能测试,测试结果正常。

2 试验中断处置分析

2.1 试验中断后状态分析

湿热试验进行至第5循环2h剖面点时断电,试验箱内刚好升温到高温高湿阶段,由于断电的影响,试验箱内的温度和湿度会缓慢下降,低于试验规定的温度和湿度条件,可判定试验中断为欠试验中断。

2.2 通用要求中有关中断的规定

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》的第3.12.3.2条“若在低气压(高度)、高温、低温、太阳辐射、湿热、霉菌、盐雾、浸渍、加速度、结冰/冻雨、温度-湿度-振动-高度、流通污染和酸性大气试验中出现超允差中断时,应按本标准中相应试验方法的规定处理。处理时应仔细分析中断情况。若要从中断点继续试验,则应从最后一个有效试验循环重新开始试验,或用同一试件重做整个试验,在这种情况下若试件再发生失效,则应确定中断试验或延长试验时间对其产生的影响”^[1]的表述,根据试验暂停后试验条件达不到大纲规定的温度和湿度要求,判定该试验中断属于超允差中断的欠试验中断。按照此条规定湿热适应应从第5循环0h剖面点继续试验。

同时,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》的第3.12.1条“除本标准各部分另有规定外,试验中断时应按下列程序处理”^[1]。而GJB 150.9A-2009《军用装备实验室环境试验方法第9部分:湿热试验》中有明确的关于湿热试验中断的处置方

作者简介: 刘有超(1982-),男,汉族,四川省泸县人,高级工程师,主要从事电子设备结构设计。

法,则应优先采用GJB150.9A中有关试验中断的规定进行处置。

2.3 湿热试验中有关中断的规定

根据GJB 150.9A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第9部分:湿热试验》的第6.3试验中断第a)条,“欠试验中断。若试验发生了意外的中断,导致试验条件低于规定值,并超过了允差,则应从中断前最后一个有效循环的结束点重新开始试验”^[1]。

按照此条规定湿热试验应从第5循环0h剖面点重新开始试验。

3 中断对试验结果影响的分析

3.1 湿热试验目的

根据GJB 150.9A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第9部分:湿热试验》的第3.1节描述湿热试验的目的是确定装备耐湿热大气影响的能力。

3.2 湿热试验产生的环境效应及分析

3.2.1 湿热试验产生的环境效应

根据GJB 150.9A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第9部分:湿热试验》的第4.1.2环境效应章节的描述,潮湿会对装备产生物理和化学影响;温湿度的变化可以导致装备内部出现凝露现象^[1]。与湿度有关的物理现象主要有凝露、吸附、吸收、扩散、呼吸等物理现象。湿热试验主要可能会对装备造成表面效应、材料性质的改变、凝露和游离水产生的影响。

3.2.2 表面效应影响分析

3.2.2.1 影响机理分析

金属在大气中腐蚀的主要参与物为氧和水气,其次是二氧化碳。即使在干燥的大气环境中,金属表面也会发生腐蚀,只是腐蚀速度很慢。在潮湿大气的情况下,会在金属表面形成液膜层,引发电化学反应,会加速金属表面的腐蚀速度。金属的腐蚀速度主要和表面的水膜层厚度相关。

电子装备的结构件通常采用金属材料制造,在湿热环境中,水蒸气容易在裸露的表面上形成一层不可见的薄膜,含水的表层成为电流导体和污染源,在不同金属接触点处形成微电池,使金属之间的电化学腐蚀加剧^[2]。在湿热试验刚中断的情况下,试件处于高温高湿阶段,试件表面会有液态膜,具备了发生电化学反应的基本环境条件。即使在试验中断的后期,试验箱内达到正常室温状态下的温度和湿度,也只是腐蚀速度变慢。

3.2.2.2 对应设计措施

某型应答机在开展结构设计时考虑了湿热的适应性设计,在正确进行材料选用和合理进行表面镀、涂覆处

理方面采取的主要设计措施有以下几点:

a) 主要结构件采用5A06防锈铝进行设计,表面进行彩色导电氧化处理,彩色导电氧化耐蚀性强,质量易于控制,是非常成熟的工艺;

b) 应答机外观表面喷涂无光绿色油漆。油漆能够在设备外观表面形成高分子保护膜,能有效防止金属氧化;

c) 所有紧固件采用304不锈钢紧固件,耐腐蚀及抗氧化能力强;

d) 设备内部的主要金属接触面为5A06防锈铝彩色导电氧化面相互接触、铝板彩色导电氧化面和不锈钢接触面,接触偶等级不大于1级,能够有效的防止接触腐蚀。

3.2.2.3 结论

经过以上湿热试验对设备表面效应影响机理分析和设备结构设计时采用的对应设计措施可见,不管是连续进行10个周期湿热试验或者10个周期的湿热试验中间产生中断,在这10个周期内的腐蚀基本环境条件是一致的,但是在试验中断期间,同样具备腐蚀发生的基本环境条件,虽不会对试件表面效应带来明显影响,但不能排除试验考核加严的可能。由此可以得出试验中断不会降低由于表面效应带来的对装备耐湿热大气影响能力的考核。

3.2.3 材料性质改变的影响分析

3.2.3.1 影响机理分析

在湿热试验过程中,材料性质的改变主要表现为吸湿导致材料膨胀、物理强度降低、电气绝缘性能降低等。

吸湿性是纤维的物理性能的指标之一,通常把纤维材料从气态环境中吸收水分的能力称为吸湿性。吸湿性和材料的化学组成及结构相关。对于无机非金属材料除了和材料表面的化学性质有关外,还和材料形成的微结构有关,如多毛细孔结构,其吸湿能力就更强,除此之外还和毛细孔的直径与结构相关。金属表面也有吸附水分子的性质,和金属元素的性质以及表面结构状态相关。

湿气通过材料表面吸湿后进入材料内部,通过扩散、渗透或毛细凝结等方式逐渐侵入材料内部,最终引起材料吸湿膨胀。这种吸湿效应通常累积时间越久,导致的材料膨胀越明显,并且对材料物理强度的影响也是需要过一段时间的积累才能表现出来。同时,由于吸湿作用一般不可逆,已经吸入的潮气也不会从材料内部逃逸。

3.2.3.2 对应设计措施

某型应答机使用的主要材料性能稳定,并且采取了相应的防湿热设计措施:

a) 试件内部的印制板采用环氧玻璃布覆铜箔板,外观喷涂了三防漆,能够避免印制板吸潮膨胀及凝露导致器件引脚之间的短路,同时也可以保护印制板上所有元

器件不受影响；

b) 外观的天线罩采用环氧酚醛层压玻璃布板3240, 外表面喷涂无光绿色油漆, 油漆能够在外观表面形成高分子保护膜, 能够使得天线罩表面不吸潮、不吸水；

c) 内部的电池舱采用尼龙材料, 尼龙属于疏水性材料, 材料本身不吸潮、不吸水, 且能耐高温、耐腐蚀；

d) 按键采用硅橡胶按键, 硅橡胶耐高温性能非常好, 防水性能好；

e) 使用的导线外层具有防水性, 使用的硅橡胶等其它辅材也具有防水性, 不吸潮、不吸水。

3.2.3.3 结论

经过以上对湿热试验引起材料性质改变的影响机理分析和对应的结构设计措施可见, 湿热试验中间产生中断, 不会降低对试件可能由于吸湿引起的材料性质改变对装备耐湿热大气影响能力的考核。

3.2.4 凝露和游离水产生的影响分析

3.2.4.1 影响机理分析

凝露实际上是水分子在受试试件上吸附的一种现象, 但它是在试验温度变化时产生的。在升温阶段, 受试试件表面温度低于周围空气露点温度时, 水蒸气便会在受试产品表面凝结成液体形成水珠。在交变湿热试验的升温阶段, 由于受试设备的热惯性, 使其温度上升滞后于试验箱的温度。因此, 试件表面便产生了凝露和游离水现象。表面凝露和游离水的量的多少取决于受试设备本身的热容量大小以及升温速度和升温阶段的相对湿度。在交变湿热试验的降温阶段, 试件壳体内壁比壳内空气降温快, 也会出现凝露现象。

在试件表面出现吸附和凝露等现象后, 在试件表面尘埃、腐蚀物的助长下, 试件表面的绝缘性能将会下降, 甚至发生短路, 这种环境效应将直接影响试件的电气性能。试件在湿热试验发生中断后, 若之前试件表面出现有凝露和游离水, 在中断后凝露和游离水的干涸过程中, 会导致表面尘埃、腐蚀物可能的移动范围比连续试验情况下更广, 更有可能引起电气短路的风险。同时, 中断期间具备腐蚀发生的基本环境条件, 可能导致更多的腐蚀物产生, 这在一定程度上加大了后续试验的风险, 不排除加严了试验考核的目的。

3.2.4.2 对应设计措施

某型应答机在结构设计时通过以下设计措施防止凝露和游离水在湿热情况下对设备产生影响：

a) 设备外观尺寸为142.8mm×80mm×30mm, 内部空腔体积约140cm³, 内部空腔体积小, 且湿热试验的时候温度上升速度较缓, 设备内部不容易产生凝露；

b) 设备外露缝隙均进行了防水密封设计, 潮气不能进入到设备内部；

c) 设备设计了防水透气阀, 避免试验温度变化时因为呼吸作用导致潮气在设备内部积聚, 起到了隔离水分子防止凝露形成的作用；

d) 试件内部的印制板采用环氧玻璃布覆铜箔板, 外观喷涂了三防漆, 即使在设备内部出现了凝露的情况, 也能够避免凝露、杂质在印制板表面扩散产生腐蚀或短路等风险。

3.2.4.3 结论

经过以上对湿热试验中凝露和游离水影响机理分析和对应结构设计措施可见, 不管是连续进行10个周期湿热试验或者10个周期的湿热试验中间产生中断, 在这10个周期内的对设备产生凝露和游离水的条件是一致的, 但是在试验中断期间, 同样具备腐蚀发生的基本环境条件, 可能还会增加新的腐蚀物。由此可以得出, 湿热试验中断不会降低对试件可能由于产生凝露和游离水对考核装备耐湿热大气影响能力的考核。

3.3 类比分析

本项目同批次的某型应答机的材料选用、表面处理方法与发生湿热试验中断的应答机完全一致, 该型设备与其它设备组合成另外一型设备, 已无间断、无故障通过了10个周期的湿热试验。

经过对比分析, 也证明了某型应答机的材料选择和表面处理方法是有效的、可靠的, 具备了无间断、无故障通过10个周期湿热试验的能力, 能够满足装备耐湿热大气影响的能力。

结束语

某型应答机的湿热试验中断处置方法符合GJB150A的相关规定, 试验按照GJB 150.9A-2009《军用装备实验室环境试验方法 第9部分: 湿热试验》的试验过程和方法完整的进行了10个循环的试验, 在第5个循环和第10个循环在规定的时间内进行了相应的性能检测, 测试结果正常。综合上述分析认为本次湿热试验有效, 达到了对设备耐湿热大气影响的能力进行考核的目的。

参考文献

- [1]GJB 150A.军用装备实验室环境试验方法[S].2009
- [2]李润玲、魏伟、王娜.电子设备耐湿热性设计思考.电子测试.2022年07期
- [3]程高.湿热环境对电子装备可靠性的影响与对策研究.科技风.2016年7月上
- [4]熊伊、姚珂、江露.浅谈GJB150A和MIL-STD-810G中的“试验中断”.环境技术.2017