

某温湿高度试验箱低温-高度试验温度漂移 原因分析与对策

杨喜存, 单军勇

(西安电子工程研究所, 西安 710100)

摘要: **目的** 针对某国产温湿高度试验箱, 给出在低温-高度试验时, 温度漂移的解决方法。**方法** 在低温-高度试验时, 对温度漂移原因进行研究分析, 找出温度漂移的原因, 给出了利用箱体微电脑触摸屏编程控制方法与设备控制参数设置的参考数据, 找出了解决问题的简单方法。**结果** 在低温(如-55℃)、低气压(如11.9 kPa)阶段, 温度波动小于 $\pm 3^\circ\text{C}$ 。**结论** 通过设备控制参数重置, 特别是通过一种拟合编程摸底试验, 成功地解决了低温-高度试验时温度漂移问题。试验结果满足试验技术条件要求, 并且节约了人力物力, 为产品的交付使用赢得了时间。

关键词: 低温-高度试验; 漂移; 微电脑触摸屏编程; 设备控制参数设置; 参考数据

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2014.01.020

中图分类号: V216.8 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)01-0101-04

Analyzing the Causes of Temperature Excursion when Testing of Low Temperature-Altitude by a Temperature-Humidity-Altitude Testing Equipment and the Countermeasures

YANG Xi-cun, SHAN Jun-yong

(No.206 Institute of China Ordnance Industry, Xi'an 710100, China)

ABSTRACT: **Objective** A temperature-humidity-altitude testing equipment was analyzed for solution of its temperature excursion during low temperature-altitude test. **Methods** For studying and analyzing the reason of temperature excursion during the low temperature-altitude test using a domestic temperature-humidity-altitude testing equipment, this paper found out the causes for temperature excursion during the low temperature-altitude test, and provided the recast method of the test hole's sealing cover plate and the reference data of parameter setting for equipment control. **Results** Temperature change was smaller than $\pm 3^\circ\text{C}$ at low temperature (-55°C) and low air pressure (11.9

收稿日期: 2013-09-21; 修订日期: 2013-11-15

Received: 2013-09-21; Revised: 2013-11-15

作者简介: 杨喜存(1964-), 男, 陕西岐山人, 工程师, 主要研究方向为可靠性与环境试验。

Biography: YANG Xi-cun(1964-), Male, from Qishan, Shanxi, Engineer, Research focus: surface treatment of materials and material environment adaptability.

kPa). **Conclusion** We have successfully solved the temperature excursion problem of low temperature-altitude test, through the device control parameter replacement, especially by a fitting program test. The test results met the requirements of test technology conditions, saved the manpower, and won time for product delivery.

KEY WORDS: low temperature-altitude test; excursion; structure of sealing cover plate; parameter setting for equipment control; reference data

某国产 3 m³温湿高度试验箱是一种中小型环境试验设备,使用该设备可以对产品进行温度、湿热、低气压(高度)或温度-低气压(高度)、温度-湿度交变环境试验,以检验产品对温度、湿度或低气压(高度)环境条件的单独或综合作用的适应性^[1]。通常这类设备具有温度、低气压(高度)速率要求,在按试验条件要求的速率将箱体温度(或高度)变化到条件温度(或高度)值时,保持之;同时,开始按试验条件要求的速率,将箱体高度(或温度)变化到条件高度(或温度)值。在持续时间内,温度和高度值的允许误差不得超出标准^[2]要求。但是,在某国产温湿高度试验箱使用中,当温度降至设定温度并保持一段时间后,再将气压(高度)调整到设定气压(高度)的过程中,由于试验箱内部空气越来越稀薄,搅拌机风机所起的作用越来越小,箱内冷传播方法不全是靠风机引起的对流而是靠制冷器的幅射^[3]。对于试验箱容积较大、气压较低(高度在 15,000 m 以上)的情况,靠箱内制冷器的幅射很难保证温度在低气压环境中达到设定值并保持稳定。因此,对某国产温湿高度试验箱在低温-低气压试验时的温度漂移现象进行研究分析,找出低温-低气压试验时温度漂移的原因,给出设备控制参数设置的参考数据,利用箱体微电脑触摸屏重新对试验设备编程控制,对于保证试验的真实有效性十分重要。

1 某国产温湿高度试验箱简介

某国产 3 m³温湿高度试验箱,制冷系统中的蒸发器为主副蒸发器,加热系统为两组管状加热器,紧贴于内室外壁,可在低温低气压、高温低气压状态下加大冷热幅射,提高试验箱在低气压状态下的温度传导及幅射。该试验箱适用于考核和确定军工电子及其他产品的零部件或材料,在恒定湿热、低温、高温、低气压环境中储存和使用的适应性,但对温度-高度综合环境试验就很难满足要求了。该试验箱为

微电脑触摸屏控制式高低湿热低气压试验箱,可接 PC 机控制,实时记录试验数据和显示试验曲线。温度范围:-70 ~ 160 ℃;气压范围:常压 ~ 0.3 kPa(海拔 >35,776 m);平均升降温速率:≥3 ℃/min,温度偏差和温度均匀度:≤2 ℃;气压偏差和气压均匀度,手册上未作说明,但试验标准对气压允许误差为 ±5%。

2 某机载 B 类端机温度漂移现象和原因分析

2.1 试验条件

试验条件为:-55 ℃,高度 15,250 m(约 11.6 kPa)。如图 1 所示。

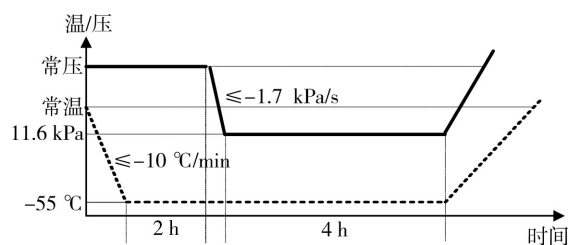


图 1 低温-高度试验控制图

Fig.1 Low temperature-altitude test

2.2 试验过程中的温度漂移现象

2012年初夏,某机载 B 类端机按图 1 所示的条件,在该试验箱做低温-高度试验。由于该试验为一次性试验,不进行循环,试验人员采用微电脑触摸屏手动控制模式进行试验。在对某机载 B 类端机做了预处理,并进行了初始检测后,将它放在试验箱中安装好,将测试线穿过测试孔盖板中央穿线孔并与试件连接好,最后将测试孔盖板拧紧,用真空泥将缝隙及漏洞封好。试验开始后,先按试验条件要求的降温速率,将箱体温度降至-55 ℃并保持 2 h 后,按条件要求的速率开始抽气。在将气压抽至

11.6 kPa 并保持 4 h 的过程中,压力控制得非常好, 超过 10 ℃,远远不能满足要求。具体试验结果如图 2 所示。

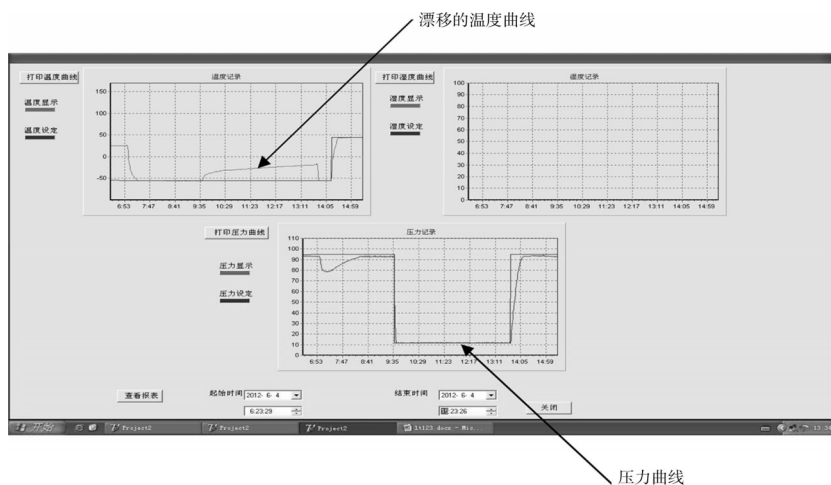


图2 温度漂移的低温-高度试验曲线

Fig.2 Temperature excursion during the low temperature-altitude test

2.3 试验过程中温度漂移原因分析

低温条件下,某国产温湿高度试验箱气压抽至低气压状况下(如 11.6 kPa),试验箱内空气很稀薄,箱内鼓风机引起的对流只能起到有限的作用,而且透过试验箱视窗发现,鼓风机风扇早已停止转动。

由于此时蒸发器的冷量主要靠温度传导与幅射散发出去,受某国产试验箱制冷系统中主副蒸发器数量的限制,不能很好地将蒸发器的冷量传导幅射出来。而室外环境温度气体却通过外箱体进入保温层和内室,造成低温低气压环境时温度不断向上漂移的后果。

3 抑制温度漂移的对策

从图 2 可知,抽气开始后,当气压降至一定值时,温度就开始往上快速漂移。随后,较平稳地几乎线性往上漂移,整个保压阶段一直是这样漂移的,超过试验容差范围。

那么能否采取一些措施(如重置设备控制参数、进行温度补偿等),在低气压条件下,将低温保持在试验要求的误差范围内呢? 如果按试验条件在降压阶段将温度设定得更低,如-58 ℃(但不超过 ± 3 ℃的容差范围),待温度降到-58 ℃保持 2 h 后,采取微电脑触摸屏

编程控制方法,在开始抽气降压的同时,利用拟合图 1 温度记录曲线温度漂移的速度,反向降温,在抵消向上漂移温度的同时,保证温度稳定在 (-55 ± 3) ℃。

按此想法,进行了一次模拟试验。

3.1 设备控制参数重置

某国产温湿高度试验箱鼓风机压力出厂设定值见表 1。

表 1 鼓风机停机压力设定值

Table 1 Value of pressure setting when fan stopped

设定值	设定结果
箱内压力值 ≤ 15 kPa	鼓风机停

箱内压力值 > 15 kPa 鼓风机正常运行
——由于试验条件压力值为 11.6 kPa, < 15 kPa,因此试验过程中当箱体压力值低于 15 kPa 时,鼓风机停止工作,试验箱内风道中的空气完全停止了流动,在一定程度上导致试验箱中空气和试品温度漂移。

调低鼓风机压力阀限值,调整的依据是:与低温-低气压试验条件中的压力值相比较,要求低于这个值即可。如:某机载 B 类端机试验条件中的压力值为 11.6 kPa,小于设备出厂鼓风机压力阀限设定值 15 kPa,就将这个值设定为低于 11.6 kPa 即可。如果

试验条件为温度-高度交变试验,那么取试验条件中所有压力值中的最小值,鼓风机压力阀限值小于这个最小值即可。以后为了方便,可将鼓风机压力阀限值设定得更低,以满足大多数试验条件要求,见表2。这样能在一定程度上,使箱内鼓风机引起的对流起到有限的作用。

表2 鼓风机停机压力设定值
Table 2 Value of pressure setting when fan stopped

设定值	设定结果
箱内压力值 $\leq 2\text{ kPa}$	鼓风机停
箱内压力值 $> 2\text{ kPa}$	鼓风机正常运行

3.2 微电脑触摸屏编程试验

3.2.1 摸底试验条件

摸底试验(条件如图3所示)前,分析拟合图2中温度漂移的速率,见表3。

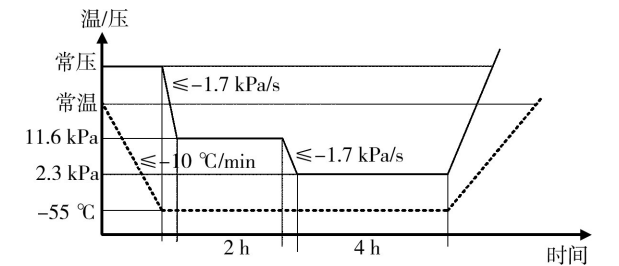


图3 低温-高度试验控制图
Fig. 3 Low temperature-altitude test

表3 温度漂移速度表
Table 3 Temperature excursion rate

时间	温度/°C	漂移速度/(°C·min ⁻¹)
9:43—10:07	-55 ~ -38	约+0.75
10:07—13:43	-38 ~ -16	约+0.10

3.2.2 摸底试验编程

摸底试验编程见表4。

表4 微电脑触摸屏编程
Table 4 Microcomputer control programme

程序编号	试验内容
1	以-10 °C/min的速度将箱体温度降至-58 °C,保证箱体温度在(-55 ± 3) °C容差范围内
2	以不大于-1.7 kPa/s的速度抽气,将箱体气压抽至11.6 kPa;同时,保持以-0.7 °C/min的速度降温
3	保压2 h,降温速率不变
4	以-1.7 kPa/s的速度抽气,将箱体压力抽至2.3 kPa;同时,保持以-0.1 °C/min的速度降温
5	保压4 h,降温速率不变
6	试验结束,恢复正常大气条件

3.2.3 摸底试验结果

摸底试验运行结果如图4所示。从图4可见,在保温保压阶段,温度波动小于±3 °C,说明编程思路和方法是正确的。

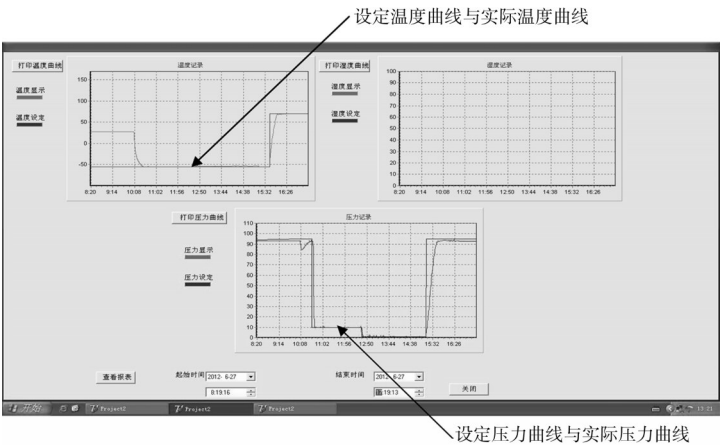


图4 温度没有漂移的低温-高度试验曲线
Fig. 4 Low temperature-altitude test without temperature excursion

- 化学工业出版社, 2006.
- KE Wei, YANG Wu. Application and Failure Case of Corrosion Science and Technology [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [9] 李金桂. 腐蚀控制设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- LI Jin-gui. Corrosion Control Design Manual [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006.
- [10] 柯伟. 中国工业与自然环境腐蚀调查 [J]. 全面腐蚀控制, 2003, 17(1): 1—10.
- KE Wei. Current Investigation into the Corrosion Cost in China [J]. Total Corrosion Control, 2003, 17(1): 1—10.
- [11] 杨晓然, 苏艳, 周漪. 外军装备和基础设施腐蚀控制战略及启示 [J]. 装备环境工程, 2006, 3(5): 85—91.
- YANG Xiao-ran, SU Yan, ZHOU Yi. Corrosion Control Strategy and Enlightenment on the Equipment and Infrastructure of Foreign army [J]. Equipment Environmental Engineering, 2006, 3(5): 85—91.
- [12] AR750-59 Army Corrosion Prevention and Control Program [EB/OL]. <http://www.dodcorrosionexchange.org>.
- [13] Office of the Secretary of Defense. Long-term Strategy to Reduce Corrosion and the Effects of Corrosion on the Military Equipment and Infrastructure of the Department of Defense [EB/OL]. <http://www.dodcorrosionexchange.org>. 2003.12.
- [14] Department of Defense, Corrosion Prevention and Mitigation strategic Plan [EB/OL]. <http://www.dodcorrosionexchange.org>.
- [15] Office of the Secretary of Defense, Status Update on Efforts to Reduce Corrosion and the Effects of Corrosion on the Military Equipment and Infrastructure of the Department of Defense [EB/OL]. <http://www.dodcorrosionexchange.org>. 2005.05.

(上接第 104 页)

4 结语

某温湿高度试验箱试验过程中, 压力和温度的控制是否满足试验条件大纲的要求, 这对产品的机械和电气性能能否符合要求至关重要。通过对某机载 B 类端机在某国产温湿高度试验箱进行低温—高度试验时, 出现温度向上漂移的原因进行分析, 找出了解决问题的对策。通过设备控制参数重置, 特别是通过一种拟合编程摸底试验, 成功地解决了低温—高度试验时的温度漂移问题。试验结果满足试验技术条件要求, 并且节约了人力物力, 为产品的交付使用赢得了时间。在此后的类似试验中, 采取这一拟合编程方法试验, 均达到了试验要求。

参考文献:

- [1] 赵世宜, 胡立成. 低气压环境对军用电工电子产品的影响 [J]. 装备环境工程, 2009, 6(5): 100—102.
- ZHAO Shi-yi, HU Li-cheng. Low Pressure Environment Impact on Military Electric and Electronic Products [J]. Equipment Environmental Engineer, 2009, 6(5): 100—102.
- [2] GJB 150.2—86, 军用设备环境试验方法 低气压 (高度) 试验 [S].
- GJB 150.2—86, Environmental Test Methods for Military Equipment, Low Pressure (High) Test [S].
- [3] 李艳娇, 刘志宏. 高低温低气压试验设备的温度漂移问题分析 [J]. 环境技术, 2003(2): 8—10.
- LI Yan-jiao, LIU Zhi-hong. The Problem of Temperature Drift of High and Low Temperature Low Pressure Test Equipment Analysis [J]. Environmental Technology, 2003(2): 8—10.