



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32466—2015



## 电工电子产品加速应力试验规程 高加速应力筛选导则

Accelerated stress testing procedures for electric and electronic  
products—Guidance for highly accelerated stress screen

2015-12-31 发布

2016-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... I

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 一般要求 ..... 2

5 试验方案 ..... 4

6 试验方法 ..... 4

7 相关规范应给出的信息 ..... 5

8 试验报告应给出的信息 ..... 6

附录 A (资料性附录) 高加速应力筛选流程 ..... 7

附录 B (资料性附录) 筛选确认 ..... 8

附录 C (资料性附录) 筛选验证 ..... 9

附录 D (资料性附录) 高、低温温度值的确定 ..... 11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会(SCA/TC 374)提出并归口。

本标准起草单位:深圳市计量质量检测研究院、中检华纳(北京)质量技术中心有限公司、中检联盟(北京)质检技术研究院有限公司、华为技术有限公司、勤达科技集团有限公司、深圳优博聚能科技有限公司。

本标准主要起草人:朱建华、张华、汪建军、冯志生、李琳、赵浩如、罗远、李晓茜、张灿文、丁勇、陈显顾、刘勇志、舒望。



## 引 言

高加速应力筛选,能快速发现产品的早期缺陷,剔除有早期缺陷的产品。

高加速应力筛选使用综合应力对产品进行试验,试验中的高低温温度值、振动量级等参数的确定,参考该型号产品的高低温工作极限、振动工作极限进行相应的计算和调整。GB/T 29309—2012《电工电子产品加速应力试验规程 高加速寿命试验导则》规定了如何确定产品的高低温工作极限、振动工作极限。本标准宜结合 GB/T 29309—2012 使用。

本标准规定的试验方法,用于对生产线上的产品进行全数筛选。

# 电工电子产品加速应力试验规程

## 高加速应力筛选导则

### 1 范围

本标准规定了高加速应力筛选的一般要求和试验方法。

本标准适用于电工电子产品及其电子部件、印制电路板组件等。对于大型整机,宜优先考虑对其前端的装配级别(如印制电路板组件、子模块)进行试验。

本标准适用于产品的试产阶段或批量生产阶段。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2421.1—2008 电工电子产品环境试验 概述和指南(IEC 60068-1:1988,IDT)

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化(IEC 60068-2-14:1984,IDT)

GB/T 2423.56—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fh:宽带随机振动(数字控制)和导则(IEC 60068-2-64:1993,IDT)

GB/T 2424.5—2006 电工电子产品环境试验 温度试验箱性能确认(IEC 60068-3-5:2001,IDT)

GB/T 29309—2012 电工电子产品加速应力试验规程 高加速寿命试验导则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**高加速寿命试验** **highly accelerated life test; HALT**

通过逐步增强施加在试验样品上的试验应力(如温度、振动、快速温变及振动综合应力等),确定产品的耐受应力极限的试验。

[GB/T 29309—2012,定义 3.1]

#### 3.2

**高加速应力筛选** **highly accelerated stress screen; HASS**

根据高加速寿命试验确定的工作极限和破坏极限,确定试验程式,并施加于产品的一种加速应力试验。

注:高加速应力筛选的目的是有效地监控产品制程的一致性,剔除有缺陷的产品,降低产品返修率。

#### 3.3

**方均根加速度**  $G_{rms}$

加速度谱密度函数  $S_x(f)$  在给定的频率范围内的积分的正平方根。用式(1)表示:

$$G_{rms} = \sqrt{\int_{f_1}^{f_2} S_x(f) df} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$G_{rms}$  ——方均根加速度,单位为  $g_{rms}$ ；

$f_1$  ——给定频率范围的下限频率,单位为赫兹(Hz)；

$f_2$  ——给定频率范围的上限频率,单位为赫兹(Hz)；

$S_x(f)$  ——给定频率范围内的加速度谱密度函数。

[GB/T 29309—2012,定义 3.5]

### 3.4

#### 加速度谱密度 acceleration spectral density; ASD

当在带宽趋于零和平均时间趋于无穷的极限状态下,各单位带宽上通过中心频率窄带滤波器的加速度信号方均值。

[GB/T 2423.56—2006,定义 3.2]

### 3.5

#### 性能测试 functional test

对试验样品进行特性参数测试,用以判断试验样品能否在正常环境或强化应力条件下完成规定的功能,技术性能是否下降。

注：一般包括测量试验样品的关键技术参数和(或)利用自诊断功能检测其内部性能参数。

[改写 GB/T 29309—2012,定义 3.10]

### 3.6

#### 工作极限 operating limit; OL

当试验样品的工作特性不再满足技术条件的要求,但试验应力强度降低后,试验样品仍能恢复正常工作特性时所承受的试验应力强度值。工作极限包括：

——工作极限上限(Upper Operating Limit, UOL)；

——工作极限下限(Lower Operating Limit, LOL)。

注：对于振动试验,工作极限只有上限值。

[GB/T 29309—2012,定义 3.2]

## 4 一般要求

### 4.1 试验样品

试验样品应符合以下条件：

- 所有试验样品为生产线检验合格产品；
- 对应型号应已通过高加速寿命应力试验或已获得该试验样品的工作极限和破坏极限等信息,包括高温工作极限、低温工作极限、振动工作极限、高温破坏极限、低温破坏极限和振动破坏极限等；
- 必要时,需提供产品的电路原理图、元器件清单、制造工艺文件或其他相关技术规范等资料。

### 4.2 装置的要求

#### 4.2.1 概述

高加速应力筛选试验装置的构成和功能参见 GB/T 29309—2012 附录 A。本试验应尽可能使用样品前期进行高加速寿命试验所采用的同一装置。4.2.2、4.2.3 和 4.2.4 对试验和测量用的装置提出了技术要求。

注：采用同一装置有利于保持应力特征的一致性。

#### 4.2.2 振动应力试验系统

试验装置的振动应力试验系统应满足：

- a) 具有六自由度非高斯宽带随机激振功能；
- b) 振动能量分布的频率范围不小于 5 Hz~5 000 Hz；
- c) Z 轴向最大振动输出量级不小于 60 g, X、Y 轴向最大振动输出量级不小于 30 g；
- d) 振动台面的振动量级均匀度偏差不超过 40%。

注：本标准中振动量级是指方均根加速度值，振动台面上振动量级均匀度的测量，参见 GB/T 29309—2012 附录 A 中 A.1.4。

#### 4.2.3 温度应力试验系统

试验装置的空气循环系统的风量应能满足试验要求。

试验装置的温度应力试验系统应满足：

- a) 具有快速升降温的能力，最大温度变化速率不小于 60 K/min；
- b) 试验温度范围不小于 -80 °C ~ +170 °C；
- c) 温度波动度在 ±3 K 范围内。

温度应力试验系统的性能确认参考 GB/T 2424.5—2006 的规定。

注：温度波动度的测量参见 GB/T 29309—2012 附录 A 中 A.1.4。

#### 4.2.4 测量装置

##### 4.2.4.1 一般要求

按本标准进行试验时，应实时测量试验样品的响应参数，包括温度响应、振动响应及性能指标等。测量装置的技术指标，应符合相关规范的要求。

##### 4.2.4.2 温度测量装置

应测量并记录试验样品各关键部位的表面温度。可通过试验装置本身的温度测量系统进行监测，但试验时通常需要测量试验样品多个部位的温度响应，宜另外提供多通道的温度测量装置。

温度测量装置的响应特性，应满足试验的需要。

##### 4.2.4.3 振动测量装置

应测量并记录试验样品各关键部位的振动响应。可通过试验装置本身的振动测量系统进行测量。

对试验样品的振动响应进行频域分析是必要的，且某些情况下监测部位较多，宜另外提供合适的测量装置。

测量装置宜配备三轴向加速度传感器。相对测量部位而言，传感器的尺寸及质量应足够小，以免改变被测部位的响应特征。

加速度传感器在 4.2.3 b) 要求的温度范围内应保持良好的工作特性，传感器的频率响应范围不小于 5 Hz~5 000 Hz，加速度测量范围不小于 -500 g~+500 g。

##### 4.2.4.4 其他测试仪器

主要指试验样品性能测试所需的仪器。性能测试结果作为判断试验样品是否发生失效或故障的重要依据。

如果试验中需对试验样品施加拉偏电压及频率，则需提供合适的样品工作电源。

#### 4.2.5 夹具

试验夹具应具有良好的振动能量传递效果,且不影响试验样品的热传导。

注:夹具的振动能量传递效果可通过比较安装在固定点附近的传感器所采集的加速度谱密度和振动激励加速度谱密度来判断。

### 5 试验方案

确定试验方案时,应充分利用样品前期进行高加速应力试验确定的信息,如工作极限和破坏极限。

试验方案包括但不限于以下内容:

- a) 试验样品的信息;
- b) 试验应力条件;
- c) 试验过程中的性能测量;
- d) 试验样品的工作状态及失效和故障的判定;
- e) 试验实施计划。

### 6 试验方法

#### 6.1 试验环境条件

本标准规定的试验,在 GB/T 2421.1—2008 表 2 规定的测量和试验用标准大气条件下进行。

#### 6.2 试验准备

试验流程参见附录 A。

试验开始前,须按要求准备好试验装置、试验样品、测量仪器、夹具、供电电源等,搭建试验平台,应:

- a) 按预期方式将试验样品安装在试验装置内,把样品的连接线通过试验装置引线孔引出,与外面电源、监视设备等正确连接。
- b) 正确连接应力响应及性能测量仪器和其他必要的监控设备。
- c) 对样品进行编号,以便试验过程中记录。

#### 6.3 常温性能测试

在 6.1 规定的环境条件下检查样品的功能,测量其性能指标,确认样品正常。

#### 6.4 温度均匀性测试

除非相关规范另有规定,通常在应力筛选前,进行温度均匀性测试。

切断箱内试验样品的电源,将试验温度设定为某一温度(如:40℃),启动试验。待箱内温度稳定后,测量试验样品各有关部位的温度。可通过改变试验样品和导风管风口的位置,使各测量部位间的温度偏差维持在 $\pm 5\text{ K}$ 内(或按相关规范的规定)。

注:本测试的目的,是通过改变试验样品及导风管的位置,调节试验样品有关部位所受温度应力的均匀性。测试中如果温度应力过大,可能会对试验样品造成损伤,通常取略高于室温的试验温度。

#### 6.5 筛选确认

进行应力筛选试验,应尽可能使用该产品前一次进行高加速寿命试验或高加速应力筛选试验所用的试验装置。如果试验装置更换,则应先进行筛选确认。筛选确认方法参考附录 B。



## 6.6 应力筛选试验

除非相关规范另有规定,GB/T 2423.22—2012 中 2.3.1 及 GB/T 2423.56—2006 中 4.4 的要求适用于本阶段的试验。

试验采用的温度和振动应力参数,需参考产品前期进行高加速寿命试验确定的工作极限和破坏极限进行设定。

- a) 温度和振动组合试验程式一般执行(2~5)次,具体次数根据筛选验证结果来确定。筛选验证方法参考附录 C。
- b) 高、低温温度值,应参考前期高加速寿命试验确定的高温工作极限和低温工作极限值进行确定。推荐以高加速寿命试验确定的高、低温工作极限的温差值的 80% 作为本筛选试验的高、低温温度值的差值,在每个温度值的试验持续时间为试验样品各测量部位的温度达到稳定后 10 min~20 min。温度变化速率一般为 40 K/min,或按相关规范确定。  
高、低温温度值及两者差值的确定,参见附录 D。
- c) 振动量级不宜过高,应参考前期高加速寿命试验确定的振动工作极限进行确定,推荐选取振动工作极限的 50% 作为筛选试验的振动量级,或按相关规范确定。
- d) 试验过程中,可以施加其他应力,如电应力及可变负载等。
- e) 试验中,应对每个样品进行功能监控和性能参数测量,记录样品故障。

确定高、低温温度值的试验持续时间时,应考虑试验样品的热时间常数的影响。

有关试验持续时间的确定方法参考 GB/T 2423.22—2012。

注: 在一个试验样品内部,温度变化的速率取决于其材料的热传导、热容量的立体分布及尺寸大小。

图 1 给出了筛选试验的图示。

应力筛选效果可以通过筛选验证程序进行评价。

应力筛选的条件还可根据产品在实际使用过程中的故障返修率和失效原因进行调整和优化。

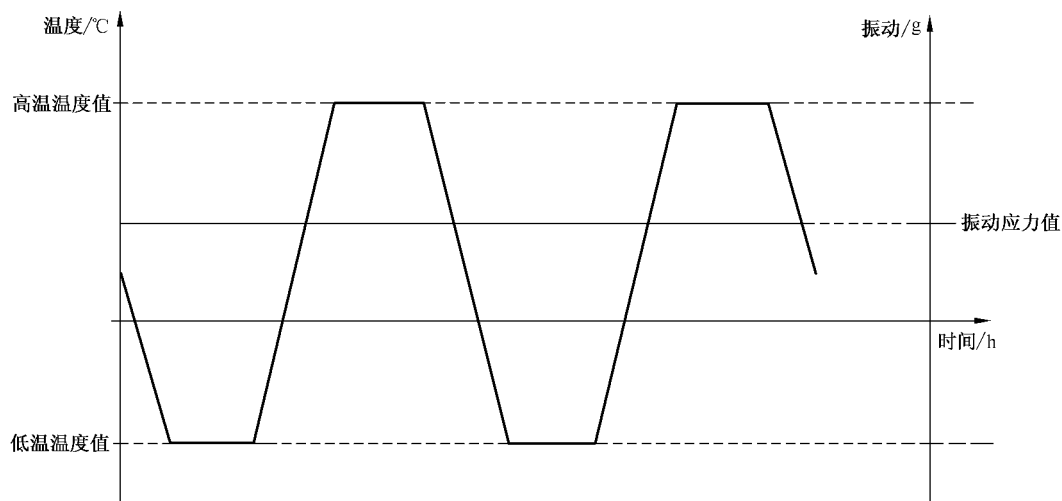


图 1 高加速应力筛选试验曲线示意图

## 7 相关规范应给出的信息

有关规范引用本标准时,应对下列项目作出规定:

- a) 试验和测量用的装置(见 4.2);

- b) 安装要求(见 4.2.5 和 6.2);
- c) 性能测试(见 6.3);
- d) 筛选确认方法(见 6.5 和附录 B);
- e) 筛选验证方法(见附录 C);
- f) 温度变化速率、循环数、高低温温度值和试验持续时间(见 6.6);
- g) 振动量级及持续时间(见 6.6);
- h) 失效和故障判据。

## 8 试验报告应给出的信息

试验报告应至少给出以下信息:

- a) 客户(名称和地址);
- b) 实验室(名称和地址,如果有,还应包括合格认可的详细信息);
- c) 试验日期;
- d) 试验人员;
- e) 样品描述(唯一性标识、工程图、照片、数量、结构、状态等);
- f) 装置校准信息;
- g) 试验环境条件;
- h) 样品的安装和固定;
- i) 试验项目及应力条件;
- j) 传感器的安装位置;
- k) 温度和振动响应监测信息;
- l) 样品的性能测试结果;
- m) 失效或故障现象;
- n) 故障样品信息统计及其他重要信息。



附 录 A  
(资料性附录)  
高加速应力筛选流程

高加速应力筛选(HASS)与高加速寿命试验(HALT)在开展时机和实现目的等方面有所不同。HALT开展时机在产品研发阶段,主要目的是发现研发阶段的设计问题;HASS则一般在产品试产或批量生产阶段进行,是为了发现产品的早期缺陷。HASS试验应力的严酷程度,需要依据HALT试验确定的产品的工作极限或破坏极限而确定,所以HASS试验以HALT试验结果为前提,应在完成HALT试验后方能进行HASS试验。

HASS流程图见图A.1。

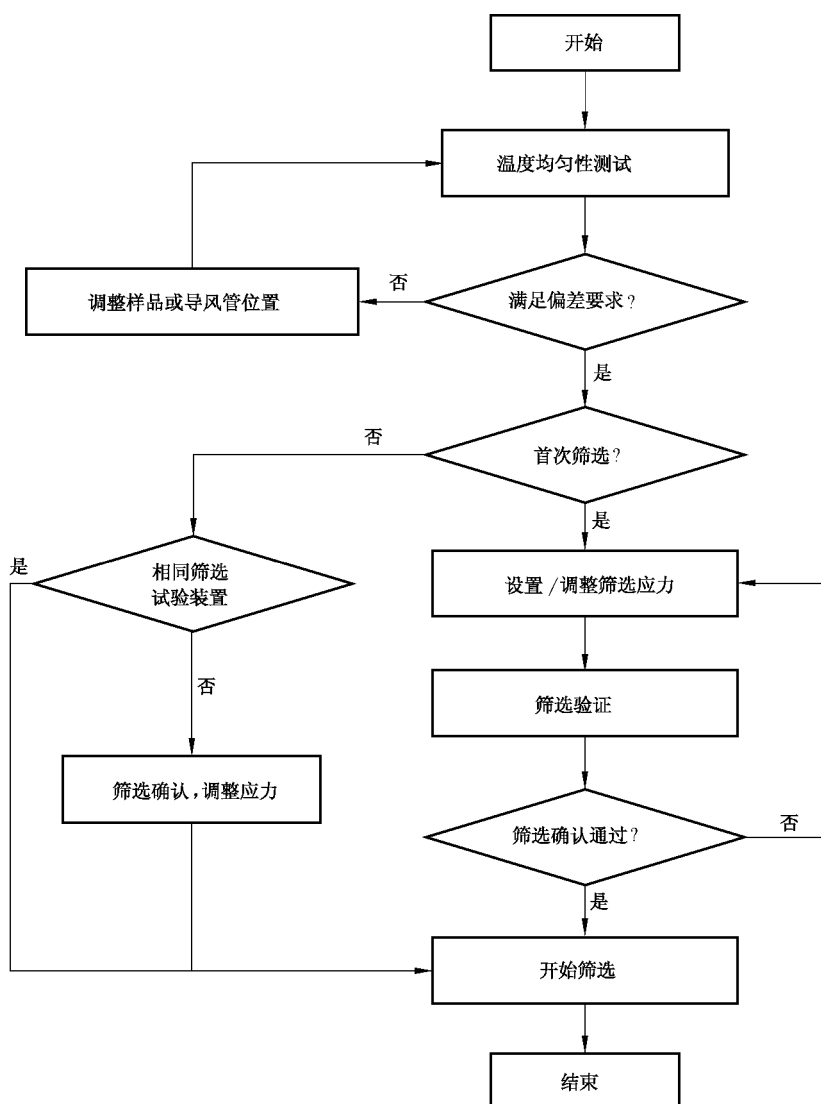


图 A.1 HASS 流程图

附录 B  
(资料性附录)  
筛选确认

B.1 目的



本附录目的是为验证 HASS 试验过程中,由于采用不同 HASS 试验装置存在的差异进行修正,确保 HASS 筛选应力一致,避免出现由于不同试验箱差异导致的过应力或者欠应力而影响筛选效果。

不同的 HASS 试验装置之间存在一些差异,主要体现在振动的频率范围和能量分布上,可能导致在一个试验装置验证后安全有效的应力不一定适用于另外一个试验装置。

所有 HASS 试验应力确定后应尽量在制定和验证试验应力的那台试验装置进行,如果需要更换试验装置,需要先进行筛选确认,再进行 HASS 试验。

B.2 筛选确认

B.2.1 试验样品

筛选确认所使用的试验样品应为生产线上生产的合格产品。

B.2.2 确认步骤

筛选确认验证温度和振动两个应力指标。假设样品从一台 HASS 装置(装置 A)转移到另外一台 HASS 装置(装置 B)进行筛选试验,就需要在装置 A 和装置 B 之间进行筛选确认。

- a) 参考装置 A 验证后的 HASS 试验应力条件,作为筛选确认应力;
- b) 将样品按照要求放置并装夹在装置 B 中,在样品关键器件上粘贴温度传感器,振动传感器则粘贴在样品固定点附近,温度和振动传感器的粘贴位置应与用装置 A 进行筛选时的粘贴位置保持一致;
- c) 在样品非工作状态下,施加筛选确认应力,记录温度和振动的响应数据;
- d) 在样品工作状态下,施加筛选确认应力,记录温度和振动的响应数据;
- e) 对比装置 A 与装置 B 的记录数据,进行对比修正,调整装置 B 的温度及振动应力,使之与装置 A 的监测结果保持一致,记录调整后的装置 B 的试验应力条件,作为装置 B 的 HASS 筛选应力。

附 录 C  
(资料性附录)  
筛选验证

### C.1 目的

筛选验证的目的是为 HASS 试验筛选效果评价提供指导,以便使为查找故障所设定的综合应力程序既能有效地剔除缺陷产品而又能最低程度上减少产品寿命。筛选效果评价分为两个步骤:

- a) 筛选有效性确认;
- b) 试验样品寿命影响评价。

### C.2 筛选有效性确认

筛选有效性体现在对有潜在缺陷产品的筛选效果。潜在缺陷包括产品制造过程中所涉及的问题,如零部件缺陷、电路板缺陷、电路的时序问题、机械结构缺陷、焊接缺陷和其他缺陷等。

#### C.2.1 试验样品

筛选有效性确认试验中所选取试验样品应为有潜在缺陷的合格产品。优先选用以下试验样品:

- a) 可疑产品;
- b) 参数边际化产品。

如果没有符合以上要求的试品,可有意制造一些潜在故障试品,如在产品中“植入”焊接缺陷、机械损伤或元器件安装缺陷等缺陷。

注 1: 可疑产品,是指在用户使用时出现了故障,但返修时却未能重现失效现象的产品。

注 2: 参数边际化产品,是指产品性能参数的测量值接近允许范围的边界值。

#### C.2.2 有效性确认

运行初步设定的筛选程序,并对筛选效果进行分析。如有任何失效现象发生,应暂停试验,并对故障试验样品进行故障根本原因分析,以判断故障根本原因是生产过程中的问题还是试验过应力或产品正常寿命损耗。

- a) 如果故障根本原因是过应力或产品正常寿命损耗的结果,则需降低筛选应力水平,并对新的试验样品重新开始试验;
- b) 如果没有筛选出故障试验样品,则需提高筛选应力水平,或增加筛选试验的试验周期数。

### C.3 试验样品寿命影响评价

#### C.3.1 试验样品

试验寿命影响评价中所使用的试验样品应为产线上生产的合格产品。

#### C.3.2 寿命影响评价

筛选试验寿命影响评价是评估经过筛选程序后,被筛选的无潜在缺陷试验样品所剩下的产品寿命。筛选程序应至少进行 10 次而不导致产品故障。也就是说如果试验样品经过一次筛选后,还至少能经过

9 次相同的筛选而不会发生故障。举例来说,如果一个筛选程序为 2 周期的温度循环和振动试验,则试验样品应至少经过 20 周期的试验而不发生故障。如果需要更大的确信度,则需增加筛选程序试验次数。任何失效现象发生,应暂停试验,并对故障试验样品进行故障根本原因分析。如果故障根本原因是过应力或产品正常寿命损耗的结果,则需降低筛选应力水平,重新调整筛选程序并对新的试验样品进行试验。



## 附 录 D

### (资料性附录)

### 高、低温温度值的确定

#### D.1 目的

本附录为确定高加速应力筛选试验中的高、低温温度值提供示例参考。

#### D.2 示例

若前期高加速寿命试验(HALT)确定的高温工作极限(UOL)为 100 °C,低温工作极限值(LOL)为 -50 °C,计算高加速应力筛选试验(HASS)的高温温度值( $T_H$ )和低温温度值( $T_L$ )及两者之间的差值。

第 1 步:确定应力减小值  $X$

应力减小值  $X$  依据式(D.1)计算。

$$X = \frac{(UOL - LOL)}{2} \times 20\% \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

注: 应力减小值  $X$  为本筛选试验的高、低温温度值分别与高加速寿命试验的高、低温工作极限的差值,取绝对值。

第 2 步:确定  $T_H$  和  $T_L$

$$T_H = UOL - X = 100\text{ °C} - 15\text{ °C} = 85\text{ °C}$$

$$T_L = LOL + X = -50\text{ °C} + 15\text{ °C} = -35\text{ °C}$$

注: 确定  $T_H$  和  $T_L$ ,遵循应力减小的原则。

第 3 步:确定  $T_H$  和  $T_L$ 之间的差值(取绝对值)

$$T_H - T_L = | 100\text{ °C} - (-50\text{ °C}) | \times 80\% = 120\text{ °C}$$


---