

#### 4 各种试验方法的应用对比

##### 4.1 非散热试验样品和散热试验样品

4.1.1 条件试验期间试验样品温度达到稳定后,在自由空气条件(即没有强迫空气循环)下测量时,试验样品表面上最热点温度高于周围大气温度 $5^{\circ}\text{C}$ 以上的,认为是散热的;否则为非散热试验样品。

4.1.2 所有贮存试验及试验期间不通电或不加负载的,试验样品均为非散热试验样品,试验采用低温试验方法 Ab。

##### 4.2 非散热试验样品:温度突变试验和温度渐变试验

4.2.1 温度突变试验 Aa:先将试验箱(室)温度调节到规定试验温度,然后放入具有室温的试验样品。本试验方法适用于已知温度突变对试验样品不产生损伤时。

4.2.2 温度渐变试验 Ab:先将具有室温的试验样品放入亦为室温的试验箱(室)内,然后开动冷源将箱(室)温度逐渐冷却到规定试验温度。这种试验方法不会因温度变化对试验样品产生损伤作用。

若由于试验样品太大或过重,或是由于复杂的功能试验接线,在突变试验时不能做到将其放入低温箱而不产生结霜情况时,也应采用试验 Ab。

##### 4.3 散热试验样品有和无强迫空气循环的试验

4.3.1 无强迫空气循环的试验:是模拟自由空气条件影响的一种试验。该试验方法是试验散热试验样品的较好的方法。

4.3.2 有强迫空气循环的试验:该试验方法是当不采用强迫空气循环就难于或不能保证规定的试验条件时,可用试验方法 Ad 中有强迫空气循环的两种方法:方法 A 和方法 B。

方法 A 用于试验箱大到可不用强迫空气循环也能满足试验要求,但在箱内不用强迫空气循环就不能保持规定的低温时,即试验箱的冷却(或加热)要求采用强迫空气循环时。

方法 B 用于这种情况,即试验箱太小或基于别的原因,不用强迫空气循环就不能符合试验要求时。

#### 5 试验设备

5.1 试验箱(室)工作空间内,应能提供 6.1 条所规定的温度条件,可以用强迫空气循环来保持温度均匀。

5.2 为了限制辐射影响,箱(室)内壁各部分温度与规定试验温度之差不应超过 8%(按开尔文温度计算),且试验样品不应受到不符合上述要求的任何加热与冷却元件的直接辐射。

## 6 严酷程度

试验的严酷程度主要取决于试验用的温度等级和持续时间的长短,有关标准应优先从下列数值中选取:

### 6.1 温度

试验温度应优先从下列数值中选取:

—65, —55, —40, —25, —10, —5, +5℃。

试验温度的允许偏差范围均为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

### 6.2 持续时间

在试验样品温度达到稳定后,若尚需进行一定时间的低温条件试验时,其持续时间应从下列时间中选取:

2, 16, 72, 96h。

若试验的目的仅仅是检查试验样品在低温时能否正常工作,则试验的时间只限于使试验样品温度达到稳定;但在任何情况下,持续时间不应少于 30min。

当用本标准作为与低温耐久性或可靠性相联系的有关试验时,则其试验所需的持续时间由有关标准规定。

## 7 有关标准应用本标准时应作出的具体规定

7.1 有关标准制订者可根据 GB 2424.1—87《电工电子产品基本环境试验规程:高温低温试验导则》的指导选定下列参数:

- a. 试验箱内温度变化的速率;
- b. 试验样品放入试验箱的时间;
- c. 试验样品在试验条件下曝露试验开始的时间;
- d. 试验样品通电或加负载的时间。

7.2 有关标准应对低温试验方法给出下列适用的细节:

- a. 预处理;
- b. 初始检测;
- c. 安装或支承的细节;
- d. 条件试验期间试验样品(包括冷却系统)的状况;
- e. 严酷程度(温度和试验持续时间);
- f. 条件试验期间的测量和(或)负载;
- g. 恢复(如不是在标准条件下恢复);
- h. 最后检测;
- i. 供需双方同意的对试验程序的任何更改。

## 8 试验 Aa:非散热试验样品温度突变的低温试验

### 8.1 目的

提供一种标准的试验程序,以用来确定经受温度突变不致产生损伤作用的非散热电工、电子产品(包括元件、设备及其他产品)低温下贮存和使用的适应性。

### 8.2 一般说明

8.2.1 本标准是将具有室温的试验样品放入温度为有关标准规定值的试验箱内。

8.2.2 试验样品达到温度稳定后,在该条件下曝露规定的持续时间。

8.2.3 试验样品通常处于不工作状态下。

8.2.4 本试验通常采用强迫空气循环。

### 8.3 试验设备

试验设备应满足本标准第5章的要求。试验Aa通常是使用强迫空气循环的设备。

### 8.4 严酷程度

试验的严酷程度主要取决于试验用的温度等级及试验持续时间的长短,其数值应从第6章中选取。

### 8.5 预处理

按有关标准规定的要求进行。

### 8.6 初始检测

按有关标准规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

### 8.7 条件试验

8.7.1 将试验箱(室)温度先调控到规定的试验温度,然后把处于试验室温度下的试验样品在不包装、不通电、“准备使用”状态,按正常位置或其他规定放入试验箱(室)内。当实际上试验样品是和某种特定的安装架一起使用时,试验时就应使用这些装置一起进行试验。

8.7.2 使试验箱(室)的温度恢复到规定的试验温度,并使试验样品达到温度稳定。

8.7.3 对于工作性试验,必须按有关标准规定对试验样品给予通电或电气负载,并检查确定能否达到规定的功能。

若有关标准有所要求,试验样品应按其规定的工作循环和负载条件(若可行时)处于运行状态,或者不予通电。

注:此时试验样品即使处于运行或在负载条件下,只要表面温度不超过试验温度 $5^{\circ}\text{C}$ ,均认为是非散热的。

8.7.4 试验样品在此温度下保持第6.2条规定的时间,持续时间应从温度达到稳定时算起。

注:对一些小试验样品,没有必要通过测量来检查是否已达到温度稳定。

8.7.5 若有关标准要求进行中间检测,则按第8.8条进行。

8.7.6 条件试验结束后,应使试验样品恢复原状。对通电运行或加电气负载的试验样品,应在恢复程序前停止通电或卸去负载。

### 8.8 中间检测

有关标准可规定在条件试验期间或结束时(试验样品仍在试验箱内)加负载和(或)测量,需要时应规定测量的项目和时间。测量时,试验样品不应从试验箱(室)中取出。

注:①不得在条件试验期间把试验样品从试验箱(室)内取出,并在进行恢复前的测量后重新放入试验箱(室)内。

②如在持续时间结束前需要了解试验样品在特定时间的性能,则对每个特定的时间应另外增加一批试验样品。

进行恢复和最后的测量,应对每一批试验样品分别进行。

### 8.9 恢复

8.9.1 试验样品应在标准大气条件下进行恢复直至解冻。

注:当标准大气条件对试验样品不适宜时,有关标准可规定其他恢复条件。

8.9.2 为了除去水滴,可用手抖动试验样品,或用室温的空气进行短时吹风。

8.9.3 试验样品在标准大气条件下恢复时,恢复时间要足以使其达到温度稳定,最少为1h。

当几个试验样品同时进行试验,而1h的恢复时间又足够时,则最长恢复时间为2h,所有测量必须在这一时间終了前进行完毕。

8.9.4 若有关标准有要求,要在恢复期间对试验样品通电或加负载,并连续地测量其性能。

### 8.10 最后检测

按有关标准的规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

8.11 当有关标准采用本试验方法时,应对第6.2条中适用的项目给出具体的规定。

## 9 试验 Ab:非散热试验样品温度渐变的低温试验

### 9.1 目的

提供一种标准的试验程序,用以确定非散热的电工电子产品(包括元件、设备或其他产品)低温贮存和(或)使用的适应性。

### 9.2 一般说明

9.2.1 本试验是把具有室温的试验样品放入温度为室温的试验箱内,然后调节箱温到有关标准规定的温度值。

9.2.2 本试验方法也应满足本标准 8.2.2~8.2.4 条的规定。

### 9.3 试验设备

试验设备应满足本标准第 5 章的要求。试验 Ab 通常使用有强迫空气循环的设备。

### 9.4 严酷程度

试验的严酷程度主要决定于试验温度等级与试验持续时间的长短,该数值应从第 6 章中选定。

### 9.5 预处理

按有关标准的规定进行。

### 9.6 初始检测

按有关标准规定对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检测。

### 9.7 条件试验

9.7.1 将处于室温的试验样品,在不包装、不通电、“准备使用”状态,按正常位置或其他规定放入试验箱(室)内。此时,试验箱(室)的温度也为室温。

当打算把试验样品和特定的安装架一起使用,试验时就应使用这些安装架一起进行试验。

9.7.2 开动冷源,使试验箱(室)温度降低到规定试验温度,并给以时间使试验样品达到温度稳定。

箱(室)内温度变化速率为不大于  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (不超过 5min 时间的平均值)。

试验的环境温度应按 GB 2422—81《电工电子产品基本环境试验规程 名词术语》的 2.7 条中规定进行测量。

9.7.3 对工作性试验,按本标准 8.7.3 条的规定进行检查和试验。

9.7.4 试验样品曝露在规定的低温条件下试验,持续时间应符合 8.7.4 条规定。

9.7.5 若有关标准有所要求,应按 9.8 条的规定进行中间检测。

9.7.6 条件试验结束时,试验样品仍保留在试验箱(室)内,将试验箱(室)温度渐渐升高到正常的试验大气条件范围内,箱(室)内温度变化的速率为不大于  $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (不超过 5min 时间的平均值)。

9.7.7 本阶段结束后,试验样品应经受恢复程序,恢复可在箱(室)内或者在箱(室)外进行,以合适者为宜。若条件试验期间试验样品是处于运行或加负载状态,则在升温以前先停止通电或卸去负载。

### 9.8 中间检测

有关标准可要求在条件试验期间或结束时,按 8.8 条的规定对试验样品进行中间检测。

### 9.9 恢复

按本标准第 8.9 条的规定程序进行恢复。

### 9.10 最后检测

按本标准第 8.10 条的规定进行最后检测。

9.11 当有关标准采用本试验方法时,应对 7.2 条中适用的项目给出具体的规定。

## 10 试验 Ad:散热试验样品温度渐变的低温试验

### 10.1 目的

提供一个标准的试验程序,用以确定散热的电工电子产品(包括元件、设备或其他产品)低温条件下

使用的适用性。

## 10.2 一般说明

10.2.1 本试验方法也应满足本标准第 2.2、2.3、2.4 条和 9.2.1 条的说明。

10.2.2 有关标准必须说明受试验样品之功能,应注意试验样品的冷却装置是否符合有关标准的规定。

10.2.3 所设计的试验条件应能模拟使试验样品经受“自由空气”条件的作用,并采用规定热传导特性的安装架。试验样品的热传导特性应符合有关规定。

10.2.4 本试验优先选用无强迫空气循环的方法;但当没有强迫空气循环就难于或不可能满足试验规定的条件时,可以使用强迫空气循环,附录 A 为本试验方法的组成部分。

## 10.3 试验设备与安装架

10.3.1 试验设备应满足本标准第 5 章的要求。箱壁应接近热黑的。辐射系数应不低于 0.7。

10.3.2 试验箱(室)内的温度应采用温度传感装置来进行检测,温度传感装置的放置应按 GB 2422 中“环境温度”(第 2.7 条)的规定。

10.3.3 在无强迫空气循环试验情况下,试验箱(室)与试验样品大小及其散热总量比较起来应足够大,要大到可以模拟“自由空气”条件的影响。

如果试验样品任何表面与其对应的箱(室)壁间的最小距离大于 15cm,且箱(室)体积对试验样品体积之比不小于 5:1(电子、仪表、低压电器类产品)或 10:1(电视、变压器、高压电器等电工产品),则认为可满足“自由空气”条件的要求。

注:若安装架或联接件与试验样品一起试验时,则试验样品体积中应包括其体积。

试验时,试验样品应该尽可能地靠近试验箱的中央,使试验样品的任何部分和箱壁之间有尽可能大的空间。在多个试验样品同时进行试验时,各试验样品间应有足够的距离,以避免相互间的影响。

10.3.4 用有强迫空气循环的试验箱(室)进行试验时,风速应尽可能低。

10.3.5 当有关标准对试验样品规定了工作循环制时,必须采取措施使试验温度保持稳定。当试验样品是一些元件,且任一时间带负荷元件在试验箱(室)内分布是相当均匀时,则通常可采用元件交错带负荷的办法使试验温度保持稳定。

注:对试验样品规定有工作循环的试验,在无负载期间试验箱(室)温度不应降到规定温度之下(参见图 2)。

10.3.6 试验样品的安装架和联接件的导热及其他有关特性应在有关标准中加以规定。若对安装架的特性一无所知,则安装架的热导率应是高的。

## 10.4 严酷程度

试验的严酷程度主要决定于试验温度等级与试验持续时间长短,其数值应从第 6 章中选取。

## 10.5 预处理

按有关标准的规定进行。

## 10.6 初始检测

按有关标准规定,对试验样品进行外观检查及电气和机械性能的检查 and 测量。

## 10.7 条件试验

### 10.7.1 无人工冷却的试验样品

#### 10.7.1.1 无强迫空气循环的试验

a. 先将具有室温的试验样品放入有同样温度的试验箱(室)内,试验样品的放置按 9.7.1 条的规定。

b. 按 9.7.2 条规定的温度变化速率调控箱(室)温到试验规定的温度,并使试验样品达到温度稳定。

c. 对试验样品通电或加上负载,并检查确定能否达到规定的功能。

试验样品应按有关标准规定的工作循环和负载条件(若可行的话)保持在运行状态。

d. 然后,使试验样品曝露在低温条件下,持续时间应符合 8.7.4 条的规定。

e. 若有关标准要求进行中间检测时,则应按 10.8 条的规定进行。

f. 条件试验结束时,对通电运行或加负载的试验样品应先停止通电或卸去负载,然后按 9.7.6 条规定将箱(室)温度调控到试验的标准大气条件范围。

#### 10.7.1.2 有强迫空气循环的试验

当不用强迫空气循环就不能符合规定的试验条件时,如果采用强迫空气循环,则有下列两种方法:

方法 A:

方法 A 是用于试验箱(室)足够大,不用强迫空气循环可满足试验要求,但仅能藉助空气循环才能保持箱(室)内的环境温度。

注:环境温度即为所规定的试验温度。

这一方法是将试验样品放入或安装在处于室温的试验室(室)内,在试验箱(室)内的循环气流和冷却系统都关断的情况下,对试验样品加上低温试验时规定的负载。当试验样品达温度稳定后,用适当的检测装置测量若干代表点的温度  $T_s$ ,记录各点的温升  $\Delta T_1$ 。

然后,开动试验箱(室)的通风装置,使空气流通,一旦样品重新达到温度稳定,再对各代表点的温升  $\Delta T_1$  进行测量。如若这些代表点的温升,在无和有强迫空气循环时,前后相差  $(\Delta T_1 - \Delta T'_1)$  大于  $3^\circ\text{C}$  或有关标准规定的其他值,则说明空气循环速度太大,应予降低,直至  $\Delta T_1 - \Delta T'_1$  满足  $3^\circ\text{C}$  或有关标准规定的其他值要求为止。若不可能满足这一要求,就应采用方法 B。

此后,接通试验箱(室)冷却装置的电源进行冷却,试验即正式开始。试验环境温度的测量应按 GB 2422“散热试验样品环境温度”的有关规定进行。

试验将按 10.7.1.1 条无强迫空气循环试验方法进行。

方法 A 的三个试验阶段的温度情况见图 1。

方法 B:

方法 B 用于方法 A 不能应用的场合,例如用作试验的试验箱体积之大不足以满足试验要求,当无强迫空气循环就不能符合试验要求的场合。

它是基于假定在自由空气条件下试验样品上最热点的温度和周围环境空气温度之差  $\Delta T_1$  与其环境温度几乎是无关的。这一假定只在  $\Delta T_1 < 25^\circ\text{C}$  时适用。

若应用附录 A 的图校正,则  $\Delta T_1$  值可以扩大到  $80^\circ\text{C}$ 。该校正包括对流误差和辐射误差。温差  $\Delta T_1$  超过  $80^\circ\text{C}$  时,方法 B 的有效性尚未得到证实。

把试验样品合适地安装在试验室中,使之不要遭受诸如日光和气流的干扰影响,使其在试验环境温度下经受低温试验时所规定的负载条件。当温度达到稳定后,测量最热点的温度;对较大或较复杂的试验样品,测量若干代表点的温度,记录每一点的温升  $\Delta T_1$ 。

方法 B 的试验程序是:

首先在试验室内,在没有日光和气流干扰影响下,对正确安装的试验样品施加规定的负载,待温度稳定后,测量试验样品表面最热点(对较大或复杂的应测若干代表点)的温度  $T_s$ ,记录每一点的温升  $\Delta T_1$ 。

如果  $\Delta T_1$  小于  $25^\circ\text{C}$ ,按本标准第 10.7.1.1 条无强迫空气循环试验方法进行试验。

如果  $\Delta T_1$  大于  $25^\circ\text{C}$ ,则应根据规定的试验温度按附录 A 要求校正试验样品的表面温度  $T_s$ ,将  $T_s$  校正后成为  $T'_s$ 。在试验样品和箱体均为室温时,将试验样品放入箱内,然后按有关标准规定将试验样品通电或加电气负载,并开动箱体冷源降温。温度变化速率为不大于  $1^\circ\text{C}/\text{min}$ (不超过 5min 时间内平均值)。箱温的最后值应调控到这样一个数值,即试验样品表面上受测点的温度达到上述稳定温度的校正值  $T'_s$ 。该温度应在整个条件试验期间加以保持,并按 10.7.1.1 条的 d 到 f 进行试验。

按方法 B 试验时两个阶段的温度情况见图 2。

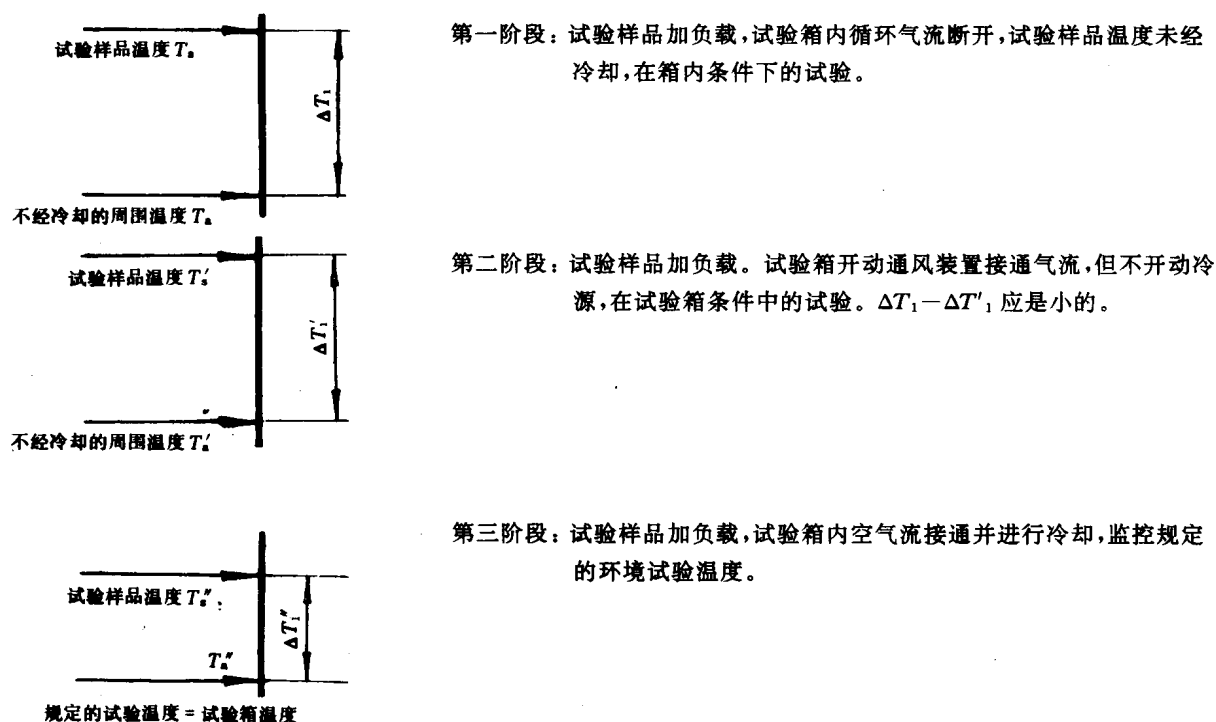


图 1 试验 Ad 方法 A, 有强迫空气循环试验温度状态的图示

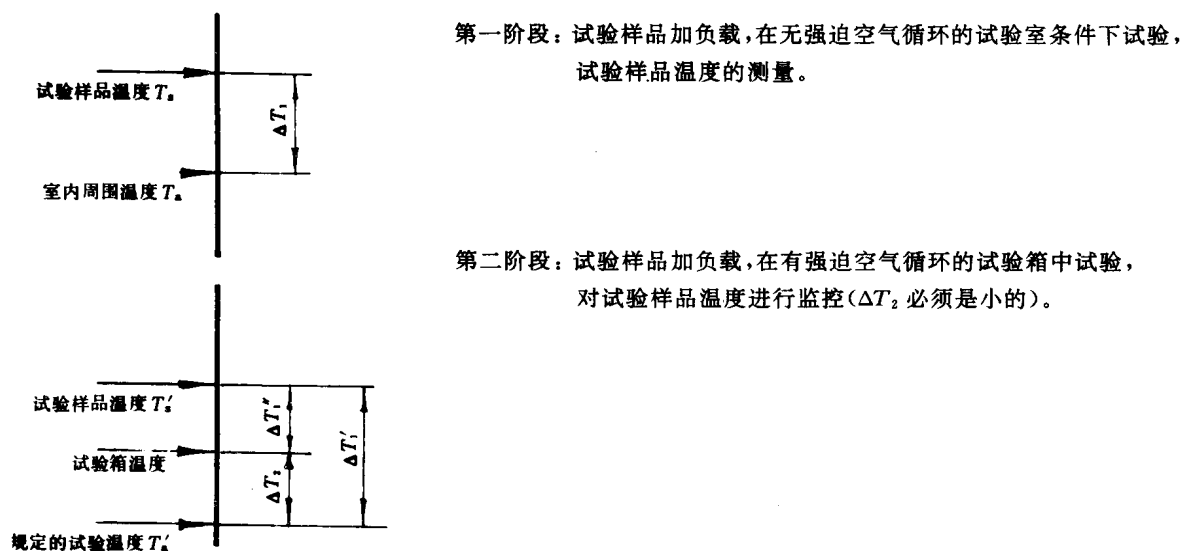


图 2 试验 Ad 方法 B, 有强迫空气循环试验样品温升大于 25℃ 时试验样品温度的图示

## 10.7.2 有人工冷却的试验样品

若试验样品有冷却时，有关标准应规定供给试验样品冷却剂的特性。若冷却剂为空气时，应不受油的污染，并干燥得足以避免潮湿的影响。

## 10.7.2.1 冷却系统和试验箱(室)“分开”的有人工冷却的试验样品

这类试验样品的冷却系统或者是自身装有的，或者是外部供给冷却剂的，冷却剂循环流动管道是与试验箱(室)相隔开的。



这类试验样品可按本标准 10.7.1.1 条无强迫空气循环方法进行试验,用 10.7.1.2 条有强迫空气循环中的方法 A 作为替用方法。

#### 10.7.2.2 冷却系统和试验箱“不分开”的有人工冷却的试验样品

a. 试验样品用新鲜冷却空气取自试验箱(室)外,在冷却试验后样品流入试验箱(室)内。

这类试验样品可按本标准 10.7.1.1 条无强迫空气循环方法进行试验,用 10.7.1.2 条有强迫空气循环中的方法 A 作为替用方法。

b. 试验样品用冷却空气取自试验箱(室)内,在完成其冷却任务后又回到试验箱(室)内。

这类试验样品可按本标准 10.7.1.1 条无强迫空气循环方法进行试验,用 10.7.1.2 条有强迫空气循环中的方法 A 作为替用方法,但是,应对进入试验样品的空气进行监测,该空气的温度必须在规定的极限范围内。

#### 10.8 中间检测

有关标准可要求在条件试验期间或结束时,当试验样品仍在试验箱(室)内时加负载和(或)进行测量。若需要进行这种测量,则应按 8.8 条的规定对试验样品进行中间检测。

#### 10.9 恢复

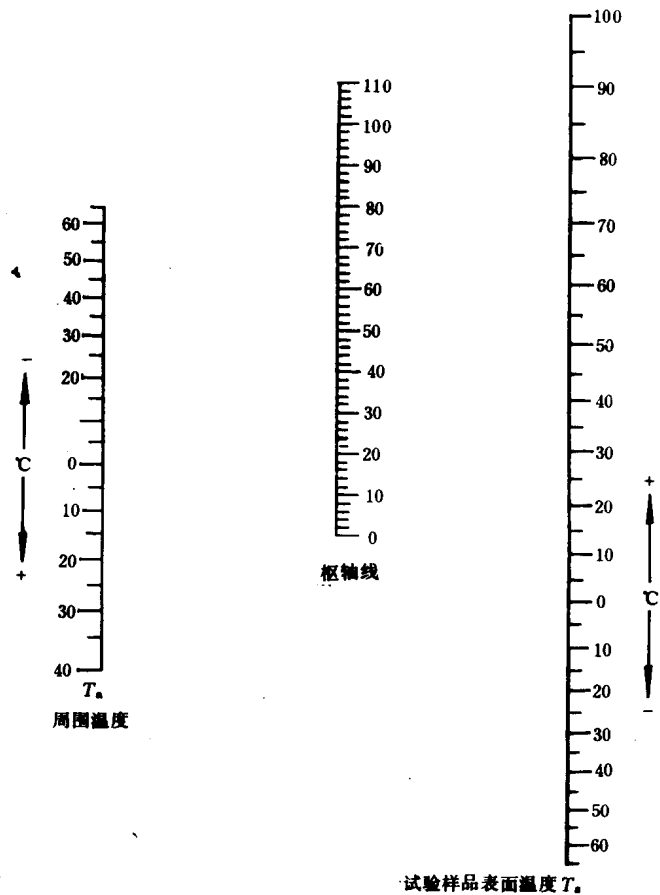
按本标准 8.9 条的规定程序进行。

#### 10.10 最后检测

按本标准第 8.10 条的规定进行最后检测。

#### 10.11 当有关标准采用本试验方法时,应对第 7.2 条的适用项目给出具体的规定。

**附录 A**  
**环境温度校正计算图**  
(补充件)



示例:

问:耗散一定功率的一台产品,在 20℃ 自由空气中表面温度达 70℃。那末在 -40℃ 的自由空气中耗散同一功率时;其表面温度是多少?

答:从  $T_a$  尺上 +20℃ 点到  $T_s$  尺上 +70℃ 点之间画一直线,记下它与枢轴线的交点。

再从  $T_a$  尺上 -40℃ 点通过枢轴线上的这个交点,画一条直线。读出它与  $T_s$  尺的新交点,为 +23℃。这就是所要求的表面温度  $T_s$ 。

**附加说明:**

本标准由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会提出并归口。

本标准由广州电器科学研究所负责起草。

本标准主要起草人徐国葆、李志清、祝耀昌、马秀翠、袁顺才。