

## 前 言

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 68-2-60《环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ke: 流动混合气体腐蚀试验》(1995 年第二版)。

本标准的附录 A 是标准的附录,附录 B 和附录 C 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国信息产业部提出。

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归口。

本标准起草单位:信息产业部电子第五研究所。

本标准主要起草人:邓国华、王忠、杨文生。

本标准委托信息产业部电子第五研究所负责解释。

## IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是由所有国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界性标准化组织。IEC 的宗旨是促进电工电子领域中有关标准化问题的国际合作。为此目的,IEC 除进行其它活动外,还出版国际标准。国际标准委托给技术委员会起草,对所涉及标准项目感兴趣的任何国家委员会均可参与此项标准的起草。与 IEC 有联络关系的国际组织、政府和非政府组织也可参与此项工作。IEC 与国际标准化组织(ISO)根据二者之间的协议所规定的条件紧密合作。

2) 因为各技术委员会是由所有感兴趣的委员会派代表参加的,因此,IEC 有关技术问题的正式决议或协议,尽可能表达了对所涉及问题在国际上的一致意见。

3) 这些制定的文件以推荐的形式供国际上使用,并以标准、技术报告或导则的形式出版,在此意义上被各国家委员会所接受。

4) 为了促进国际统一,各 IEC 国家委员会同意在其国家和地区标准中最大限度地采用 IEC 标准。IEC 标准与对应的国家标准或地区标准之间的任何不同之处,应在后者中明确说明。

5) IEC 没有提供表明其认可的标志程序,因此,对任何声称符合 IEC 标准的设备不承担任何责任。

6) 应注意到本国际标准某些部分可能是专利项目,IEC 不对鉴别任一或所有这些专利项目负责。

国际标准 IEC 68-2-60 由 IEC 第 50 技术委员会(环境试验)的 50B 分技术委员会(气候试验)制定的;

本标准的第二版代替 IEC 68-2-60(TTD)(1990)并构成一份技术修订报告。

本标准的正文是根据 IEC 68-2-60(TTD)(1990)和下列文件形成的:

FDIS	表决报告
50B/359/FDIS	50B/372/RVD

批准本标准的全部表决资料可在上表的表决报告中查到。

根据 IEC 导则 104,它具有基本安全出版物的地位。

在环境试验总标题之下,IEC 68 由以下几个部分组成:

- 第 1 部分:总则
- 第 2 部分:试验
- 第 3 部分:背景资料
- 第 4 部分:标准制定者用的资料——试验概要
- 第 5 部分:试验方法编写导则

附录 A 是本标准完整的组成部分。

附录 B 和附录 C 仅供参考。

# 中华人民共和国国家标准

## 电工电子产品环境试验

### 第 2 部分: 试验方法

#### 试验 Ke: 流动混合气体腐蚀试验

GB/T 2423.51—2000  
idt IEC 68-2-60:1995

Environmental testing for electric and electronic products—  
Part 2: Test methods—Test Ke: Flowing mixed gas corrosion test

## 1 概述

### 1.1 范围

本标准用于确定工作或贮存的室内环境对电工电子产品元件、设备与材料,特别是接触件与连接件的腐蚀影响,它们也可以分别组装进一个分系统或装配成为一个完整的设备进行考核。

本标准提供的试验方法所给出的信息,能在相互比较耐腐蚀性的基础上,帮助进行材料、制造工艺和元件设计的选择。选择试验方法及其持续时间的指南见附录 C。

### 1.2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 5095.2—1997 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第 2 部分:一般检查、电连续性和接触电阻测试、绝缘试验和电压应力试验(idt IEC 512-2:1994)

ISO 431:1981 铜的精炼型材

## 2 试验设备

试验设备包括气候系统、样品室、气体输送系统和气体浓度检测装置。

设备的设计与结构细节是可选择的,但每个试验方法规定的条件应在其整个工作空间中得到满足,且应符合以下要求:

- 水滴或悬浮颗粒不应送入样品室;
- 所用的空气和水应该足够洁净,以免影响试验效果;
- 试验气体通过样品室时,应确保工作空间内试验条件的一致;
- 气体分析用的气体采样点应在样品室的工作空间内;
- 所排放的气体应按照相关的法律条款进行处理。

工作空间的界定是:在工作空间内每个点的单个铜片试样的腐蚀增重最大不超过所有铜片试样平均腐蚀增重的 15%(根据附录 A,铜片试样的腐蚀增重以  $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$  来表示)。

## 3 严酷等级

试验用严酷等级由相关规范给出。严酷等级由以下因素决定:

- 从表 1 中选择的试验方法;

国家质量技术监督局 2000-10-17 批准

2001-06-01 实施

——试验持续时间。

优先选用的试验持续时间分别为 4,7,10,14 和 21 d。

试验方法有 4 种,试验参数见表 1,每种试验方法的应用指南见附录 C 的 C3。

表 1

试验参数	方法 1	方法 2	方法 3	方法 4
H <sub>2</sub> S(10 <sup>-9</sup> vol/vol) <sup>1)</sup>	100±20	10±5	100±20	10±5
NO <sub>2</sub> (10 <sup>-9</sup> vol/vol) <sup>2)</sup>	—	200±50	200±50	200±20
Cl <sub>2</sub> (10 <sup>-9</sup> vol/vol) <sup>3)</sup>	—	10±5	20±5	10±5
SO <sub>2</sub> (10 <sup>-9</sup> vol/vol) <sup>4)</sup>	500±100	—	—	200±20
温度(°C)	25±1	30±1	30±1	25±1
相对湿度(%)	75±3	70±3	75±3	75±3
实验气体每小时体积更换数	3~10	3~10	3~10	3~10
根据附录 A 得到的铜片试样的增重(mg/(dm <sup>2</sup> ·d))	1.0~2.0	0.3~1.0	1.2~2.2	1.2~2.4
1) H <sub>2</sub> S:1 μg/m <sup>3</sup> =0.71 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 。 2) NO <sub>2</sub> :1 μg/m <sup>3</sup> =0.53 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 。 3) Cl <sub>2</sub> :1 μg/m <sup>3</sup> =0.34 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 。 4) SO <sub>2</sub> :1 μg/m <sup>3</sup> =0.38 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 。 (10 <sup>-9</sup> vol/vol 相当于 1 μg/m <sup>3</sup> 。) 注:因为方法 1~4 的腐蚀性不同,所以方法的编号次序和相应铜片试样的腐蚀增重都不反映它们的严酷等级。				

#### 4 预处理

相关规范可能要求对试验样品进行预处理,如清洁或机械操作。

#### 5 初始检测

应按相关规范的要求进行初始检测。

通常这些检测是:

——电工电子产品元件接触电阻的测试(GB/T 5095.2,试验 2a);

——绝缘电阻测试(GB/T 5095.2,试验 3a)。

#### 6 试验

试验中所使用的样品应该是:

——要进行评价的试样;

——腐蚀监测材料。

##### 6.1 试验样品

相关产品规范应明确试验期间试验样品所处的状态,如连接件是连接的还是不连接的;开关的接触点是打开的还是闭合的,是否处于工作或电负载状态。

散热的试验样品处于工作或电负载状态的时间,应使工作空间的温度和相对湿度保持在规定的容差内。

当试验样品送入试验箱时,试验样品和试验箱所处的状态不应该使试验样品表面产生冷凝现象。

##### 6.2 腐蚀监测材料

铜片试样作为腐蚀监测材料应该与试验样品一同进行试验,以检验试验样品的一致性。

铜片试样按附录 A 进行制备,数量至少为 5 个。它们应该与试验样品暴露相同的时间。以适当的灵敏度称量得到的它们在试验中的重量增加值,作为腐蚀程度的衡量标准和试验再现性与重复性的监测物。

除铜片试样外,其他的材料,如镀金的试片或其他种类的试件(见 B6.3)也可以作为腐蚀监测材料使用。

### 6.3 试验程序

可选用下列试验程序中的一种进行试验:

#### 试验程序 1

当试验气体不含氯(方法 1)或测量氯浓度的方法不受试验气体中其他气体的干扰时,应采用下述步骤:

——开始注入湿空气,并调节和稳定温度与湿度。

——开始向湿空气中导入各种腐蚀性气体,使其稳定。

——测量与调节气体浓度,使其稳定。当需要测量氯浓度时,存在于试验气体中的总氯量(不仅是氯气  $\text{Cl}_2$ )作为试验气体中氯气的浓度值。但氯仍然只以氯气的形式加入到试验气体中。

——按 6.2 的要求放入试验样品和腐蚀监测材料。在整个试验期间,铜片试样应该与试验样品一同进行暴露。试验样品和腐蚀监测材料应均匀分布于工作空间内。它们之间不能相互接触,也不能互相遮挡试验气体。试验样品应处于相关规范规定的状态(如:连接/不连接状态,电负载或工作状态)。试验持续时间从放入试验样品和腐蚀监测材料的时刻开始计算。

——使试验条件稳定,这可能需相当长的时间。如果有必要,测量与调节温度、湿度和气体浓度。在调节过程中,应避免气体浓度的任何超标。达到规定值所需要的调节与稳定的最长持续时间限定为 24 h。

——在试验过程中,温度、湿度和气体浓度应保持在规定的限度内。允许在试验期间打开试验箱。但开箱的次数应予以限制。

持续时间少于 4 d 的试验不允许开箱。

持续时间为 4 d~10 d 的试验允许开箱 1 次。

持续时间超过 10 d 的试验允许每周开箱 1 次。

开箱状态的持续时间以取走和放入试验样品所必需的时间为限。

——试验结束时,取出试验样品和腐蚀监测材料。

#### 试验程序 2

当试验气体中含有氯(方法 2~4),并且测量氯含量的方法受到试验气体中其他气体的干扰时,应采用下述步骤:

——开始注入湿空气,并调节和稳定温度与湿度。

——向湿空气流中导入氯气,使其稳定。

——测量和调节氯的浓度,使其稳定。

——按 6.2 的要求放入试验样品和腐蚀监测材料。在整个试验期间,铜片试样应该与试验样品同时进行暴露。试验样品和腐蚀监测材料应均匀分布于工作空间内。它们之间不能相互接触,也不能互相遮挡试验气体。试验样品应处于相关规范规定的状态(如:连接/不连接状态,电负载或工作状态)。

——待温度、湿度和氯的浓度稳定,这可能需相当长的一段时间,因为氯与各种表面具有高的初始化学反应与吸附速率。如有必要,测量和调节氯的浓度。在调节过程中,应避免气体浓度的任何超标。氯的浓度至少应保持稳定 2 h。达到规定值所需要的调节与稳定的最长持续时间限定为 24 h。

——通入其他气体,使其稳定。如有必要,测量和调节温度、湿度和气体浓度(氯除外)。在调节过程中应避免气体浓度的任何超标。达到规定值所需要的调节与稳定的最长持续时间限定为 24 h。试验持续时间从试验气体中包含的所有气体全部导入的时刻开始计算。

——在试验过程中,温度、湿度和气体浓度应保持在规定的范围内。但氯的浓度在试验中不可能被控制。确保氯在规定浓度范围内的方法是试验结束后按规定的方法测量氯的含量(见下面)。在试验过程中试验箱允许被打开。

但开箱的次数应予以限制。

持续时间少于4 d的试验不允许开箱。

持续时间为4 d~10 d的试验允许开箱1次。

持续时间超过10 d的试验允许每周开箱1次。

开箱状态的持续时间以取走和放入试验样品所必需的时间为限。

——试验结束时,停止通入除氯气以外的其他任何气体,氯气仍保持流动。等待足够的时间让其他气体排出试验箱,足够达到不影响氯的分析的程度。

——测量氯的浓度,该浓度必须在规定的限度内,以保证试验的有效性。

——试验结束时,取出试验样品和腐蚀监测材料。

## 7 恢复

将试验样品从试验箱中取出后,在最终检测之前应按相关规范的要求进行贮存。

## 8 最终检测

最终检测应按相关规范的要求进行,它可能要求在试验后对试验样品进行外观检查。

相关规范应提供试验样品合格与不合格的判别准则。

如果必要的测试不能在规定的时间内完成,在恢复条件下贮存的时间最长可以延长至一周。这种贮存时间的延长应该在试验报告中说明。

## 9 相关规范应给出的信息

相关规范中包括本试验时,应给出下列细目,以保证它们的可操作性。相关规范应提供下列条款所要求的信息,特别要注意加星号(\*)的项目,因为这种信息总是需要的。

	章条号
a) 方法*	3
b) 试验持续时间*	3
c) 试验样品的预处理	4
d) 初始检测*	5
e) 试验期间样品所处的条件*	6
f) 试验期间样品的工作和电负载状态	6
g) 恢复及其持续时间*	7
h) 最终检测*与可能的外观检查	8
i) 合格与不合格的准则*	8

## 10 试验报告中应给出的信息

——试验方法;

——试验持续时间;

——预处理;

——初始检测的方法与结果;

——试验条件与持续时间;

——试验期间样品的工作与负载状态;

- 恢复及其持续时间；
- 最终检测的方法与结果；
- 每个铜片试样的增重(以  $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$  为单位表示)；
- 与本标准的任何不一致的地方。

附录 A  
(标准的附录)  
腐蚀监测用铜片试样

铜片试样与试验样品一同进行暴露腐蚀试验,以证实试验与本标准所规定的各种限定参数的符合性。铜片试样的增重将作为这种符合性的度量。

A1 材质与尺寸

铜片试样应由半硬 OFHC 铜板(符合 ISO 431 的 Cu-OF)制成,最大厚度为 0.5 mm,每个试样的总表面积为  $0.1 \text{ dm}^2 \sim 0.2 \text{ dm}^2$ 。

A2 清洁程序

开始试验之前,铜片试样应按下述方法进行清洁,在具有适当灵敏度的天平上称重,并在含非腐蚀性干燥剂的干燥器中贮存 120 h。

铜片试样应按如下程序进行清洁:

——以不锈钢电极或铂电极为阳极,电解电压 5 V~10 V 条件下,在 1 mol/L NaOH 溶液中阴极除油 15 s~30 s;

——用自来水冲洗;

——用去离子水冲洗;

——浸入 10% 的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中活化 20 s~30 s;

——用自来水冲洗;

——用去离子水冲洗;

——用酒精溶液(改性的乙醇或异丙醇溶液)冲洗;

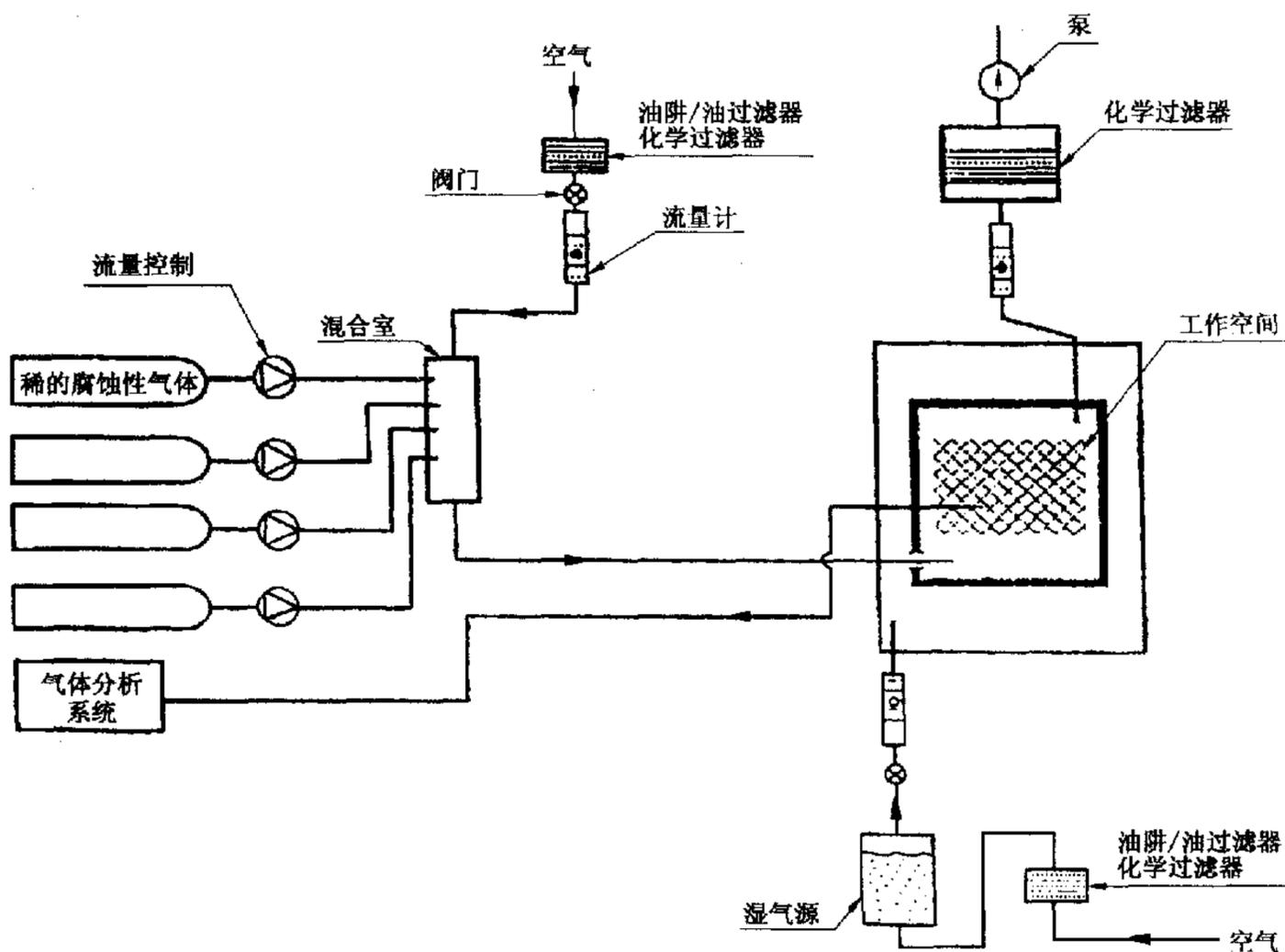
——用热空气干燥(约 50℃)。

所有的溶液均应用去离子水配制,至少与气候系统中所用的水具有相同的质量。

附录 B  
(提示的附录)  
试验设备的说明

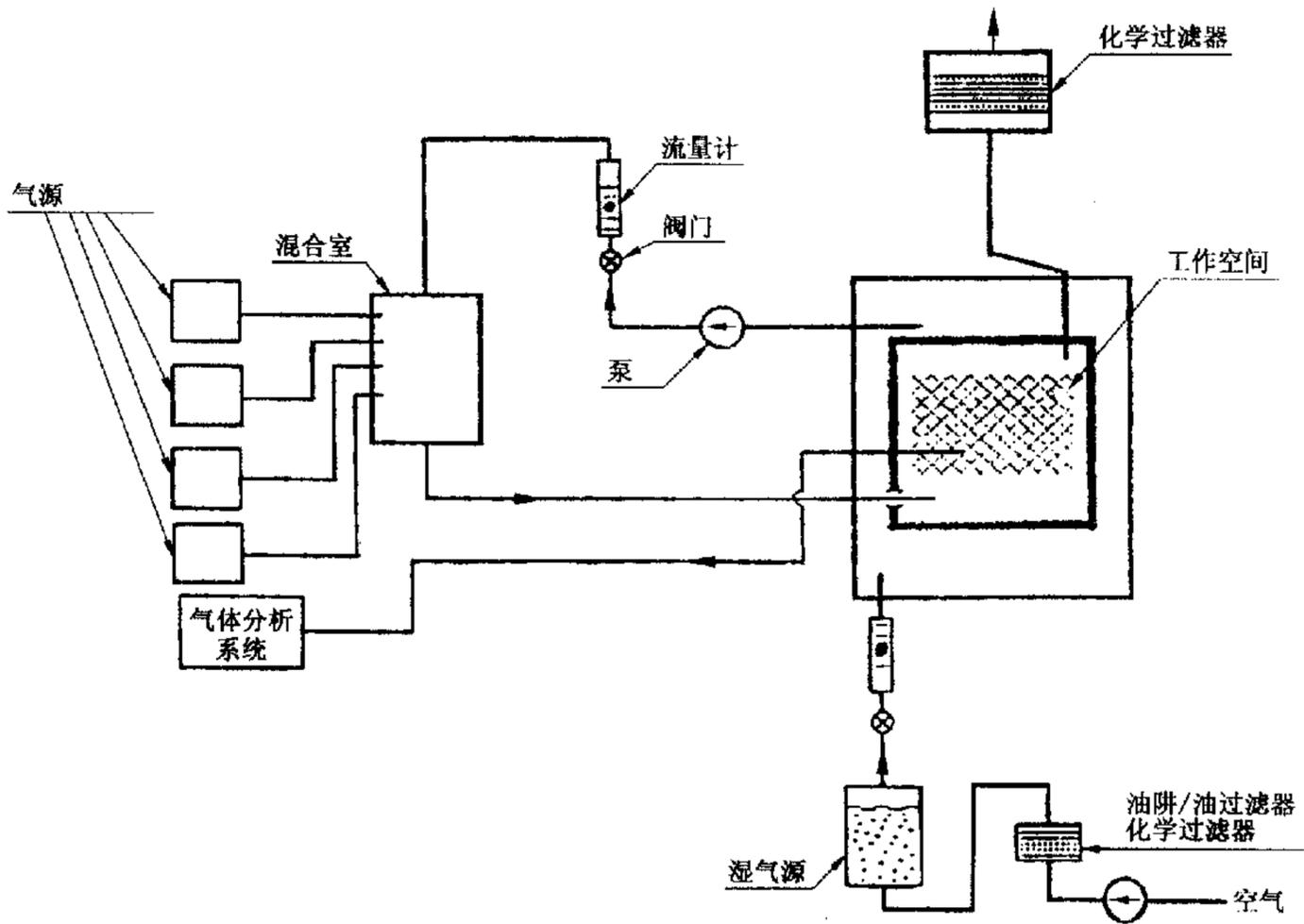
B1 概述

试验设备包括气候系统、样品室、送气系统和气体分析系统。试验设备的举例如图 B1,图 B2 和图 B3所示。



低浓度贮气瓶送气。  
 试验箱内的外部空间带有湿空气。  
 腐蚀性气体与干燥空气预混合。  
 样品室内负压。

图 B1 试验设备示意图



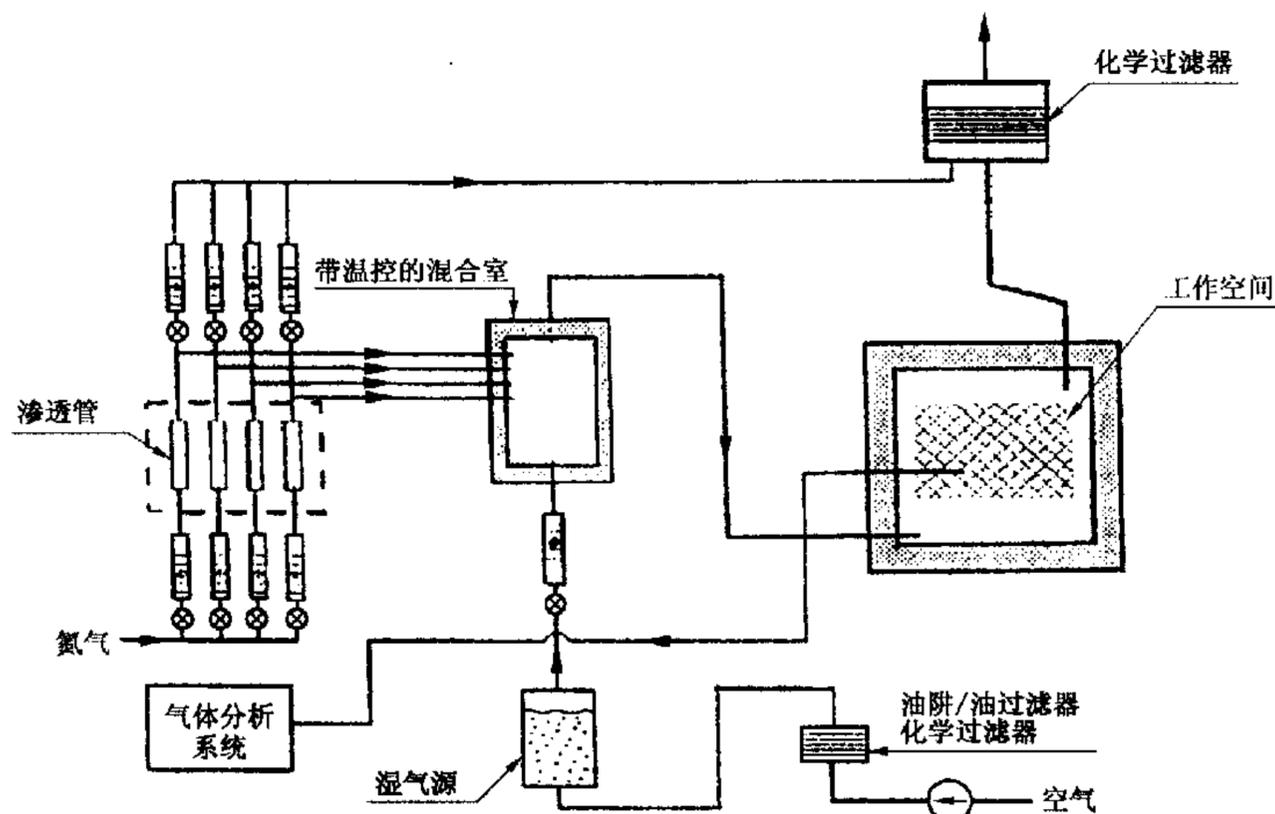
试验箱内的外部空间带有湿空气。

腐蚀性气体与湿空气混合。

样品室内正压。

注：带正压的试验设备应非常小心地进行管理和控制。如果存在泄漏，实验室的空气将被试验箱中逃逸出来的气体污染。

图 B2 试验设备示意图



试验箱只有样品室(带加热壁)。

渗透管输送气体。

腐蚀性气体与湿空气预混合。

样品室内正压。

注：带正压的试验设备应非常小心地进行管理和控制。如果存在泄漏，实验室的空气将被试验箱中逃逸出来的气体污染。

图 B3 试验设备示意图

## B2 气候系统

气候系统将湿空气送入样品室。常用的办法是让压缩空气鼓泡通过温度大于湿空气露点的水浴室。在计算此温度时，任何额外加入试验气体中的干空气都应加以考虑。样品室内的空气相对湿度应定期检查，同时水浴室的水温也要作相应调节。

压缩空气应除去油和污染物。应该使用一个或多个油阱、油过滤器和化学过滤装置，如干的活性炭和分子筛的组合，且应该定期更换或活化。也可以使用合成空气。所用的水应该是蒸馏水或去离子水。

湿空气可按图 B1 所示的方法导入样品室。在这种情况下，样品室内的空气通过抽气排出，这样在样品室内形成低气压(与试验箱内样品室外部的空间相比)。处于样品室外部的湿空气通过一个孔被抽入到样品室内，孔径的大小影响到气压差。调节从样品室抽出空气的流速以获得规定的每小时气体体积更换数。与环境的气压相比，在样品室内形成的低气压可能会导致某些气体分析仪器的使用困难。

在图 B2 中，湿空气被导入试验箱内样品室外的空间，并由样品室壁上的孔流入样品室的内部。使用这种方法时，能在样品室获得比周围环境大气压更高的压力，从而使试验气体取样变得容易且减少了外部大气对其产生影响的风险。但是样品室的内部与外部空间相比，内部仍具有较低的气压。图 B2 说明了各种气体与湿空气的混合方式。使用此种方法，要消耗更多的空气，因此在气体混合时可以得到较低的气体浓度。

为了实现湿度稳定的要求，温度的波动范围应小于 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。为了获得所要求的温度稳定性，有必要在样品室的周围设置水或空气夹层。图 B1 和图 B2 所示的设备采用的是空气夹层，而图 B3 所示的设备则可选用空气夹层、水夹层或电热壁。

### B3 样品室

试验气体由各种具有化学活性的成份组成,因此容易被吸附、吸收或与样品室和管道所用的结构材料进行化学反应。制造样品室时,推荐使用玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)和奥氏体不锈钢(含18%的铬(Cr)和10%的镍(Ni),并加入钼(Mo)、钛(Ti)、铌(Nb)或其他抗腐蚀性材料以耐受氯化物的侵蚀)。通常要加入比规定量高得多的气体,特别是氯气,以便在工作空间内获得规定的气体浓度。当使用某些种类的不锈钢时,样品室将出现腐蚀。新的试验箱需要有一个试用期,在试用期中试验箱对气体的吸收率会比通常的要高。

样品室的最小体积建议为 $0.1\text{ m}^3$ 。

样品室可以是任何形状。与立方体形状的样品室相比,圆柱状的样品室一般能得到较均匀的气流和较大的工作空间(相对于整个样品室的体积)。

建议样品室的设计应只允许样品偶尔暴露于阳光或其他光源下。

试验箱的设计应该保证样品室壁和其它部件能容易地进行彻底清洁。样品室壁可以被加热至规定或稍微高些的温度,以免产生水的凝露,通常使用空气夹层(可以是外部的一个箱体)或水夹层。

样品室应使用恰当的气密密封装置,使试验期间的电气测量、电气和机械的操作能够进行。

试验气体最好从试验箱的底部开口位置导入,从相对应的顶部开口排出。在开口前的位置可以使用缓冲装置,以改善空气流动的均匀性。

排气管可以加热,以避免冷凝和腐蚀。

如果表1中的要求能满足,则允许气体的强制运动,以改善均匀性。气体的强制运动可以通过风扇或使用圆盘传送带让试验样品在试验气体中缓慢地移动来实现。通常情况下,风扇所产生的气体扰动会加速腐蚀速率。使用传送带所产生的均匀的气体流速也只限于一个恒定的直径内。当使用风扇或传送带时,其散发出的热量应予以考虑。风扇应安装在远离试验物品的位置以免散发出的热量影响试验结果。传送带的动力装置通常安装在试验箱的外部以免热量散发到样品室内。使用前,应研究风扇和传送带所带来的影响(见第B7章)。

### B4 气体输送系统

气体输送系统,管道,阀门等对气体的吸附或吸收程度不应该影响试验的效果。聚四氟乙烯(PTFE)是管道通常使用的材料。阀门等一般多用耐酸的钢制成,与气体接触的钢表面最好用聚四氟乙烯(PTFE)进行涂覆。特别注意的是,在潮湿的条件下,氯会侵蚀耐酸钢。

气体和载气由渗透管输送,载气是纯化的空气、合成空气或氮气。另一种办法是使用气体钢瓶,最好使用低浓度的气体(通常用氮气来稀释)。

使用的气体应足够清洁以不影响试验的效果。建议使用高纯度的气体;除规定活性气体外的其它活性气体的最大浓度是该规定活性气体浓度的0.1%。某些气体如二氧化氮中的一氧化氮允许有更高的浓度,最大可达二氧化氮气体浓度的10%。

调控气体流量可以采用计量泵、孔板流量计或质量流量计。推荐使用质量流量计来调控低浓度的腐蚀性气体。

将腐蚀性气体导入样品室之前,最好使用混合室。各种腐蚀性气体的浓度在它们相互混合时,应避免相互之间不必要的化学反应。

### B5 分析系统

#### B5.1 温度和湿度

为了测量温度和湿度,不受所用腐蚀性气体影响的各种方法均可用。湿度和温度的控制可在稀释的腐蚀性气体混合之前进行。在图B1和图B2试验装置中,这一工作可在样品室外的箱体内进行。在此情

况下,温、湿度的设置可根据稀释的腐蚀性气体的混合情况来调节。样品室内真实的温度和湿度与外部测得的温度与湿度之间的关系应定期地进行检测(一般每年2次)。建议限制分析检测仪器暴露在样品室内腐蚀环境中。

## B5.2 气体

为了避免在采样管中产生冷凝,这些管道可以加热。管道中的相对湿度最大为80%,最好更小。

应彻底检查箱体中样品室内与样品室外的压力差对检测仪器功能可能产生的影响。许多检测仪器需要环境压力的气体样品。当样品室存在负压时,有些检测仪器从样品室内抽取气体时变得困难,于是会给出过低的读数。正压时,则此过程容易实现,因为比较容易采取措施将气体样品减压到环境压力。

用于二氧化硫分析测试的仪器可以采用荧光紫外法、电导法和比色法等。

对于硫化氢,荧光紫外法、气相色谱火焰光度法、金膜探头吸附法(受二氧化氮干扰)、电导法或比色法均可以使用。

对于二氧化氮,可使用化学荧光法或比色法。

氯气可以使用电化学方法或比色法进行测量。这两种方法均会受到试验气体中其他腐蚀性气体的影响。对于氯的分析测量只有在不含其他气体的情况下才能进行。

所有的气体混合后,氯的总含量可以用离子色谱法进行分析。用此方法得到的氯的含量作为氯气的浓度值。

所使用的仪器应根据制造商的说明进行计量。此外,所有的仪器应采用校准气体源定期进行计量。当采用荧光紫外类型的仪器时,在校准气体源中应该用空气作为载气,因为它与使用氮气作为载气时获得的读数不一样。

值得注意的是,许多方法(如用荧光紫外法分析二氧化硫)都受相对湿度的影响。使校准单元中载气的相对湿度达到取样管中同样的相对湿度是很困难的。因此,记录使用来源于试验箱的纯净空气,使用和采样时相同的温度、湿度、流速和相同的管道加热方式进行测量的读数,并将其与使用校准单元中的纯净载气时的读数相比较。当对试验箱中的腐蚀性气体进行分析时,得到的读数也应按照这一差值进行相应的校正。

## B6 其他的腐蚀监测方法

### B6.1 增重法

称量铜的增重时,应使用灵敏度为0.01 mg的天平。

当暴露时间更长(10 d或更长)时,可以使用灵敏度为0.1 mg的天平。

腐蚀监测材料试片的称量,应在天平校准后立即进行。

通过测量铜或银的增重来监测腐蚀情况时,可以使用石英微天平。因为覆铜的石英晶体不能采用附录A所示的方法进行清洁。校正的方法是将其结果与采用本标准对铜片试样进行清洗、并在常规分析天平上称量得到的铜片试样的腐蚀增重进行比较。

### B6.2 监测试样的表面分析

采用本标准所描述的4种方法中的任何一种进行试验,都会在作为腐蚀监测材料的试样表面产生腐蚀层。对腐蚀层进行表面分析,会得到有关它的性质、化学组成、腐蚀层的结构和腐蚀产物厚度等更多的信息。

适当的方法如库仑还原法、循环伏安法、X射线显微分析法(扫描电子显微镜法(SEM)、X射线能谱法(EDS),X射线波谱法(WDS)或显微探针法)、俄歇电子波谱法(AES)、二次离子质谱法(SIMS)、化学分析用电子能谱法(ESCA)等测试技术都是可用的。

### B6.3 外观检查

为了确定主要的腐蚀机理,推荐使用镀金试样或其他种类的样品作为腐蚀监测材料。

在试验方法1、2和4中发现的主要腐蚀机理是孔蚀,而方法3则主要是蠕变腐蚀。

## B7 试验箱的监测

对于新的试验箱,以及几何形状或流量改变后,都应使用铜片试样来确定工作空间。铜片试样(按照附录 A 进行清洗)放置于试验箱内的不同位置上,每个位置上至少放三片试样。

也可以用铜片试样来估计试验箱的最大负载量。在最大负载量时,铜片试样的腐蚀增重应在表 1 所示的容差范围之内。应该注意的是,有机材料会象金属材料一样吸收同样或更多的腐蚀性气体。

## 附 录 C

(提示的附录)

### 试验方法与持续时间选择导则

## C1 引言

在室内环境条件下贮存或工作期间,电工电子产品的腐蚀会受到气候因子如温度、相对湿度、空气流速以及温、湿度变化速率的影响。此外,气态的污染物会严重地影响腐蚀速率以及不同腐蚀机理的相对发生率。表面的污染物,如灰尘、油和塑料释放出来的化合物会影响腐蚀速率和腐蚀机理。

试验气体中所用的所有气体都有其自然界的来源。但在不同的工作环境中占主导地位的气体污染物也不同:

- 二氧化硫和氮的氧化物产生于矿物燃料的燃烧和交通环境中;
- 硫化氢来源于石化与钢铁工业、腐败的有机物质、污水、动物的巢穴;
- 硫化氢和氯的化合物来源于制浆与造纸工业。

本标准所规定的试验方法不是专门为某类环境而设计的。选择这些方法,以用来产生机电产品常用材料在实际使用中检测到的腐蚀产物。

## C2 试验中所用腐蚀性气体的作用

硫化氢对许多金属材料,尤其是银和铜,均有强的腐蚀作用。

在方法 1 中,硫化氢和二氧化硫存在协同效应。由此可知,使用硫化氢的样品室和管道不能用于纯的二氧化硫的腐蚀试验。方法 4 中加入二氧化硫是因为二氧化硫对镍以及钢和锌有腐蚀作用。

在试验方法 2~4 中使用了氮的氧化物,它主要是用作氧化剂。

在使用环境中,氯很少被发现是主要的污染物。在方法 2~4 中,氯一部分是用作氧化剂,另一部分作为氯化物。氯气被还原后而形成的氯化物能穿透金属表面的氧化物保护层。由于具有双重作用,当它与硫化氢混合时,氯显示出很强的协同效应。因为这种很强的协同效应,以及被称作“记忆效应”(很难将氯化物从试验箱、管道等处完全清除掉)的作用,样品室和管道一旦被用于进行试验气体中含氯的试验就不能再用于试验气体中不含氯的试验。

## C3 不同试验方法的使用

尽管铜被视为一种好的监测材料,但在一般情况下,在试验中的腐蚀增重与其他金属样品的腐蚀没有关系。

试验方法 1 可用于金覆盖层的孔蚀试验。对于敞开暴露的金覆盖层表面,10 d 的试验时间是合适的。

试验方法 1 也可能用于检测表面镀金的电接触件,温和环境下使用的电接触件(例如在“洁净”环境中的电信中心)。这种情况下,10 d~20 d 的试验持续时间是合适的。

方法 2 和方法 4 适用于中度腐蚀环境下使用的电工电子产品的测试。这样的环境可能出现在电信

中心、大多数办公环境和一些工业仪器设备室中。在这些环境下,金覆盖层的主要腐蚀机理是孔蚀。

试验方法 3 适用于更多的腐蚀环境。这样的环境可见于工业仪器设备室和其他的工业场所。这些环境中,金覆盖层容易发生孔蚀和蠕变腐蚀。

对于试验方法 2~4,4 d~7 d 的试验持续时间用于覆盖层系统的外观评价。外观受到所用材料的影响。4 d~10 d 的试验持续时间适用于寿命期短的产品而 7 d~21 d 的试验持续时间适用于对可靠性和寿命期要求较高的产品。

---