

电工电子产品基本环境试验规程

接触点和连接件的硫化氢试验导则

UDC 621.3
:620.1

GB 2424.12—82

Basic environmental testing procedures for
electric and electronic products
Guidance for hydrogen sulphide test for
contacts and connections

1 引言

接触点和连接件在预期寿命期间的良好性能取决于许多参数，其中某些参数由其设计决定（如型式、材料、力等）；另一些参数则由对其有影响的环境决定。考虑环境的影响，特别要注意大气中所含（通常含量很少）的污染物。

银和某些银合金对许多环境中存在的微量硫化氢特别敏感，因而变色，变色产物呈暗色，主要由 β ——硫化银组成。可分离电连接件使用这些金属作为触点材料，结果导致接触电阻和接触噪声的增加。

2 大气中的硫化氢

由于细菌对植物、土壤、污水和动物排泄物里的硫酸盐的还原作用，放出硫化氢。硫化氢又被化成二氧化硫后再变成硫酸盐，经沉降返回地面，再由生物吸收。在硫的自然循环里，硫化氢比二氧化硫重要得多，因为它是硫的主要来源，也由于它在大气中驻留的时间较长，所以它的污染比二氧化硫更广泛。二氧化硫虽是各种材料广泛腐蚀的主要原因之一，但仅在城市地区处于支配地位，因为这些地区燃烧矿物燃料产生大量二氧化硫，见GB 2423.19—81《接触点和连接件的二氧化硫试验方法》和GB 2424.11—82《接触点和连接件的二氧化硫试验导则》。

虽然自然环境的硫化氢是硫的主要来源，但是工业生产过程中也能产生硫化氢：炼油厂、化工厂和煤气厂是主要的来源。通常报导的大气中硫化氢浓度是1~30ppb（1ppb=10⁻⁹体积比）。许多地方的峰值超过了它，尤其在发生源的附近，浓度更高。表1是硫化氢测量浓度统计分布实例。表2举出了某些地区测量的有代表性的硫化氢浓度。这些浓度足以引起银的自然变色了。其它硫的污染物就远没有那么重要。二氧化硫在浓度和湿度都不高时，对银几乎没有什么影响，所以实际上很难发现它的变色产物；两种最普通的有机硫污染物——甲基硫醇和二硫化碳，完全不会使银变色；某些有机硫的衍生物象单体硫蒸气一样使银变色，但它们仅在个别环境里存在。

3 试验目的和使用范围

3.1 接触点和连接件的型式

本试验专门用于一定型式的接触点和连接件（熔焊和钎焊除外）。简单叙述这些型式的接触点和连接件是有益的。

接触点和连接件可分为两种型式——永久性的或暂时性的。在这两种型式里，永久连接件的外力很大，金属表面都由外力结合在一起。往往引起金属永久变形，甚至可能发生局部焊接。这类连接件在使用寿命期间不准断开，永久连接如包接和绕接。

暂时连接件作用于触点金属上的力比较轻。自然，这些连接件在使用寿命期间可以多次的接通或断开。暂时连接件如接插件、开关、继电器。在暂时连接件里，有时把相互接触的金属面称为接触点。

暂时连接件的接触点或接触面，根据负载和用途可由各种金属制成。

除贵金属外的大多数金属均遭到大气腐蚀。当触点材料腐蚀时，接触电阻增加。广泛使用贵金属触点价格昂贵，所以在许多应用中，通常贵金属合金或在基本金属上覆盖贵金属及其合金的镀层作为接触材料。

就永久连接而言，通常不使用贵金属，硫化氢引起表面的一般腐蚀是意料之中的。但在正确设计和制造的包接或绕接的连接件，由于冷焊和高压，接触表面之间不发生腐蚀。然而当连接件做得很拙劣或由于温度的循环变化使连接减弱时，腐蚀气体就会渗入这些接触面，结果使接触电阻增加。

3.2 试验目的

本试验用来评定银和某些银合金的变色结果。尽管对某些银合金接触点的元件仅进行过有限的试验，但基本上已被银的实验室试验和现场试验证实。

当上述的变色试验用于不同触点材料的试样时，试验条件就可以引起不同的加速作用（见5章：试验的严酷程度），要求有丰富的经验和大量的试验来评价相应的结果。银和钯的触点合金说明本试验是合适的。

当试验用于银合金和与其他材料相连的银的接触点及连接件时，可以预料，和贵金属一起的银的试样，其试验结果比含有一定量贱金属的银合金更真实。下面举例说明：

- a. 金接触点基本上不受试验影响。
- b. 银上含有金层的触点或紧靠银的金触点将因硫化银蔓延而受影响。这两种现象是现场情况的真实反映。
- c. 铜和高含铜合金（如磷青铜和黄铜）在试验气体里因产生硫化铜而严重变色。然而，实际上这种形式的变暗很少起主要作用，因生成氧化物的地方阻止了硫化物的生长。如果要求试验的变色特性和自然发生的相似，那么本试验在这种场合是不合适的。

4 试验参数

本试验适用于主要由银和银合金制成的接触点和连接件（见3章）。而判断其好坏的依据是接触电阻。由试验条件产生的变色层对接触电阻的影响，必须和自然产生的变色层对接触电阻的影响相似；同时试验又必须加速变色膜的生长。但这两点要求往往是相互矛盾的。由于快速生长的变色层往往比自然生长的变色层软和附着得少，所以必须在加速试验（用增加污染浓度和湿度的方法达到）和实际的接触电阻变化过程之间找到一个适当的方案。

目前试验使用的最高硫化氢浓度和相对湿度的目的，在于与实际的接触电阻变化过程相一致。

试验的主要参数是：

- a. 硫化氢浓度；
- b. 相对湿度；
- c. 温度；
- d. 流速；
- e. 试验持续时间；
- f. 照度。

4.1 硫化氢浓度

经验指出，当硫化氢浓度大于15ppm时，银的沉积物变得柔软，与实际不符。事实上，银的变色速度对硫化氢浓度不是很敏感的，所以没有必要用较高的硫化氢浓度。

如取非常低的硫化氢浓度，由于试验箱壁的表面吸附和它强烈依赖于试样周围的局部气流，会引起许多困难，而且浓度太低对某些类型的试样加速作用太小（见5章）。

4.2 相对湿度

湿度很小的变化对变色作用有很大影响。资料表明相对湿度低于70%时几乎不发生腐蚀，而当相对湿度大于85%时，变色速度迅速增加，但形成的变色层根本不是那些实际上已发现的类型。鉴于观察到硫化银针状的生长物，在相对湿度85%时，可能出现毛细凝聚现象。为此在整个试验期间，必须小心控制湿度在规定的范围之内。可使用任何已知的方法测定相对湿度，只要它有足够的精度，能测量规定的允许误差。用干湿球法来测量相对湿度是有效的方法。

4.3 温度

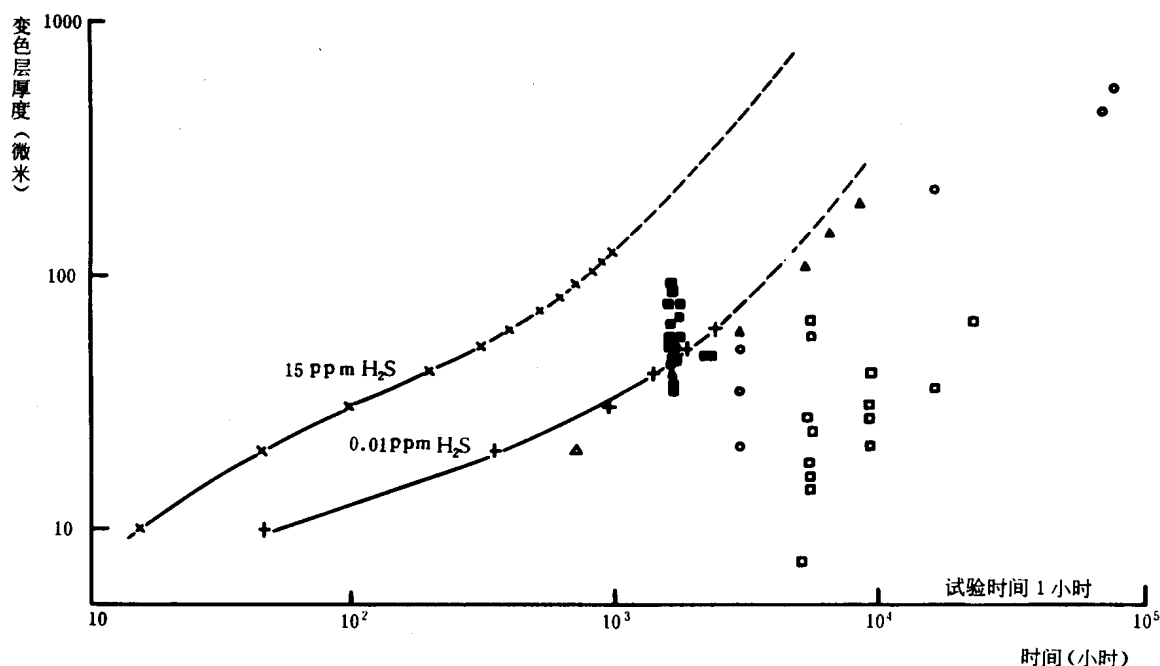
当温度高于30℃时，就有改变自然腐蚀机理的倾向；当温度较低时，试验时间又太长；温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 是最满意的适中方案。为了使相对湿度在规定的范围以内，必须严格控制温度。

4.4 流速

使用连续气流经试验箱，即使硫化氢浓度恒定，又不因箱内吸附表面吸收气体而使浓度降低。用移动试样或搅拌箱内气体的方法，使试验气体和试样间的相对速度在规定的范围内。这样可避免试验箱内静止气阱所造成的局部低浓度。必须注意保证箱内试样周围都有气流，也保证箱子不过载。为了保证所有试样在整个试验期间都处于同样的试验条件，上述这些措施都是必需的。

4.5 试验持续时间

暴露在试验气体中引起的变色和试验触点的性能下降是随着暴露时间的延长而增加的，虽然不成正比关系，但还是可以由延长暴露时间来得到试验的不同严酷程度。如5章和下图所示。



在RH75%时银的变暗动力学和现场试验数据的比较

实验室试验数据：× 15 ppm H_2S 75% RH；+ 0.01 ppm 75% RH (外推)

室内现场试验数据：■ 美国各城市

△ 纽约连续测量

○ 各种工业点和城市

STL 试验数据：□ 英国沿海轻工业和海口重工业

4.6 照度

已知银在光亮中比在黑暗中变色快，为此规定了试验的照度。所选择的照明方法应使试验箱的照明度在规定的范围内。箱内应避免日光照射。

4.7 试验条件的控制

为了保证试验结果的重现性，需要严格控制试验条件。特别要注意控制相对湿度（见4.2条）和温度（见4.3条）。为保证在整个试验期间保持一定的试验参数，需要连续或经常监测试验条件。

5 试验的严酷程度

原则上试验条件不可能是唯一的加速因素，因为产生加速作用要取决于试样的结构、材料及其使用条件。本文件是根据目前经验制订的一般性导则，本导则将随着试验经验的积累而更完善。

当评定试验结果或为特殊场合选择相应的试验持续时间时，应作下列考虑。

如果触点表面无屏蔽或无密封，将它暴露在流通的试验气体中，那么增加试验气体中的硫化氢浓度，对触点表面变暗速率的影响相当小。当浓度从10ppb（自然浓度）增加到15ppm（试验浓度）时，变暗速率增加到10倍。图中就是相同类型的试样在上述条件下，实验室和现场试验的比较。显然，目前试验方法对试样的加速作用，小于某些严酷的现场环境试验。所以要注意到图中适用于材料试验，实际触点的试验加速系数还将取决于触点型式。

绝大多数实际试样的内部触点，通常由元件或部件结构局部密封或屏蔽。当自然存在的硫化氢浓度很低时，变色速率受污染物通过大气到触点的迁移量的限制（即紧靠触点表面的硫化氢浓度较试样周围的浓度低）。

如果污染物浓度较高，有局部密封或屏蔽措施的触点防护效果非常小。

正如前面指出的，无屏蔽的试样在含有几个ppb的硫化氢大气中很快就会变色，所以试验对这类试样的加速作用小。有局部密封或屏蔽的试样在现场环境里的变色速度较低，所以试验对这类试样的加速作用较大。

6 试验结果的评定

本试验的主要评定标准是接触电阻的变化，其次是外观变化。必须指出，大多数金属和合金在本试验里将变色，而这种腐蚀是意料之中的，因而根据接触电阻的变化来判断其性能。

当包接和绕接的永久性连接件试验时，被测接点的电阻会发生变化。由于接合点不是气密接合或接合不良，接触电阻便显著增加。

当暂时性连接件试验时，触点可以呈接触或非接触状态（即闭合或打开）。接触的触点（闭合状态）必须试验结束后，在没有干扰时测量接触电阻。非接触的触点（打开状态）在试验结束后，仅在第一次接触时进行测量接触电阻。

本试验主要是为触点设计的，而这些触点是用来输送小电流、低电压信号的，为了不破坏生成的腐蚀膜，必须使用低电压小电流的测量方法（最大值为20mV、50mA）。

7 试验人员及标准制订人员的注意事项

本试验为评定含有硫化氢的大气对接触点和连接件的影响提供了加速手段。它特别适用于作为对比试验。

试验结果和使用寿命之间的关系，受许多因素的影响，仅能根据多年试验的经验和现场的工作情况进行比较粗略的估计。因而不能期望本试验会对任何自然大气中使用的被试接触点和连接件的真实使用寿命作直接而精确的测定。

本试验不适于作为“一般腐蚀试验”，即不能预测大气组成中不同于硫化氢的多数腐蚀剂的腐蚀作用，比较GB 2424.10—81《大气腐蚀加速试验的通用导则》。

另外，本试验非常适用于批量生产的元件与同类元件性能的比较。最终人们可能发现本试验还有其它用途。

附 录 A
(补充件)

表 A 1 硫化氢测量浓度统计分布实例 (匹兹堡市奥克兰区)

浓度范围ppb	出 现 次 数
<5	2974
5~9	122
10~19	33
20~29	6
>30	3

表 A 2 某些地区的硫化氢浓度

地 点	H ₂ S 平均值	ppb 峰 值
纽约办公大楼	9	28
新泽西州化工厂	25	102
新泽西州炼油厂	194	1600
洛杉矶办公大楼	13	22
拖拉机铸造厂	74	120
亚拉巴马州造纸厂	18	33
伦敦夏季	0.1~0.5	
伦敦冬季	0.5~1	
伦敦 1962年12月	5~10	33
底特律	110	610
4个荷兰地区	85	724
匹兹堡	5~10	>30
四国岛 (日本)	100	
STL哈洛、埃塞克斯、英国 (市区)	0.15	

续表 A 2

地 点	H ₂ S 平均值	ppb 峰 值
罗托鲁阿 (新西兰)	4~180	5500
伦敦冬季	0.2	
城郊 (近海) } 完全住宅区 } 市区主要马路 } 威尔士东南 (英) 密集的市中心 } 重工业区 }	0.1~0.3 0.2~0.4 0.3~0.8 0.5~1.4 1~60	

附录 B

(补充件)

B.1 本标准应与下列标准一起使用:

GB 2421—81《电工电子产品基本环境试验规程 总则》

GB 2422—81《电工电子产品基本环境试验规程 名词术语》

GB 2423.20—81《电工电子产品基本环境试验规程 试验Kd接触点和连接件的硫化氢试验方法》

B.2 本标准与国际电工委员会 IEC 第50技术委员会 50B 分会的中央办公室 216 文件, 68—2—43 标准《试验Kd接触点和连接件的硫化氢试验的导则》(草案) [50B (Central office) 216 Guidance to publication 68—2—43, Test Kd; hydrogen sulphide test for contacts and connections] 中第4.6条照度中规定: “使用正常的室内照明时……。” 改为“所选择的照明方法, 应使用试验箱内部的照度在规定的范围内。” 此外, 其他的与IEC标准(草案)一致。

附加说明:

本标准由全国电工电子产品环境条件和环境试验标准化技术委员会(简称环标委)提出。

本标准由环标委第四工作组起草。