北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

中华人民共和国国家标准

电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第2部分:弹性体混合料专用试验方法 第1节:耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables Part2: Methods specific to elastomeric compounds Section one: Ozone resistance test—Hot set test —Mineral oil immersion test

GB/T 2951.5—1997
idt IEC 811-2-1:1986
No.1(1992)第1次修正
No.2(1993)第2次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.15—94
GB/T 2951.18—94
GB/T 2951.35—94

1 范围

GB/T 2951 标准规定了配电用电缆和通信电缆,包括船用电缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951.5 规定了耐臭氧试验方法、热延伸试验方法和浸矿物油试验方法。适用于电线、电缆的弹性体混合料。

2 试验原则

本标准没有规定全部的试验条件(诸如温度、持续时间等)以及全部的试验要求,应在有关电缆产品标准中加以规定。

本标准规定的任何试验要求可以在有关电缆产品标准中加以修改,以适应特殊类型电缆的需要。

3 适用范围

本标准规定的试验条件和试验参数适用于电缆、电线和软线的最常用类型的绝缘和护套材料。

4 型式试验和其他试验

本标准所述的试验方法首先是作为型式试验用的。某些试验项目其型式试验和经常进行的试验(如例行试验)的条件有本质上的区别,本标准已指明了这些区别。

5 预处理

所有的试验应在绝缘和护套料挤出或硫化(或交联)后存放至少 16 h 方可进行。

如果试验在环境温度下进行,试样应在(23±5)℃温度下存放至少 3 h。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

国家技术监督局 1997-10-28 批准　　1998-10-01 实施

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

7 中间值

将获得的应有个数的试验数据以递增或递减次序排列，若有效数据的个数是奇数时，则中间值为正中间1个数值；若是偶然，则中间值为中间2个数值的平均值。

8 耐臭氧试验

警告：注意臭氧的毒性。在任何情况下都应采用预防措施减少操作人员与臭氧的接触。工作室的环境臭氧浓度不得超过0.1×10^{-6}(每百万份体积空气的臭氧份数)，或现有的工业卫生标准规定的指标两者中的较小值。

8.1 试验方法

8.1.1 试验设备

a) 可控制臭氧量的臭氧发生装置；

b) 在可控湿度和温度条件下，臭氧通过装有被试试样的试验箱的循环系统；

c) 测定臭氧浓度百分比的装置。

8.1.2 取样

不论电缆是单芯还是多芯，只需选取1根绝缘线芯进行试验，在距离端头不小于1.5 m处取足够长度的绝缘线芯，以制备2个试样；如线芯外面挤包半导电层，则应切取足够制备4个试样的绝缘线芯。

8.1.3 试样制备

从绝缘线芯上除去所有外护层，但不得损伤绝缘。对于护层是硫化前直接包在绝缘上或者粘附在绝缘上的除外。

若绝缘线芯外面有绕包的半导电层，则应除去。

若绝缘线芯外面有挤包的半导电屏蔽，则应除去两个试样的半导电屏蔽，而保留另外两个试样的半导电屏蔽。

8.1.4 试样弯曲

如绝缘线芯上没有挤包的半导电屏蔽，则1个试样应沿着其原来的弯曲方向和平面无扭绞地绕在试棒上一整圈，并在端头交叉处用绳子或带子扎牢；第二个试样应同样沿着其原来的弯曲平面弯曲，但方向相反。

如绝缘线芯上有挤包的半导电屏蔽，则除去半导电层的试样和保留半导电层的试样应如上所说分别在两个方向上弯曲。

应在室温或20℃取其中较高温度下弯曲试样。应采用黄铜、铝或经适当处理的木制试棒，其直径按如下规定：

绝缘线芯外径 d，mm	试棒直径 (绝缘线芯外径的倍数)
$d\leqslant12.5$	4
$12.5<d\leqslant20$	5
$20<d\leqslant30$	6
$30<d\leqslant45$	8
$45<d$	10

若试样太硬以致两端头不能交叉，则试样应在规定直径的试棒上弯曲至少180°并扎牢。

8.1.5 试样处理

每个试样的表面均应用一块干净的布擦掉灰尘或潮气。试验前，在试棒上弯曲的试样应在环境温度的空气中放置30～45 min，而不需要进一步的处理。

8.1.6 暴露在臭氧中

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

经处理的试样应置于一个带旋塞的试验箱内，温度保持在(25±2)℃。试样暴露在干燥的循环空气中，其臭氧浓度及持续时间按有关电缆产品标准的规定。空气流量应控制在 280 L/h 和 560 L/h 之间，箱内空气压力应略高于大气压力。

8.1.7 试验结果的评定

规定的试验时间结束后，从试验箱中取出试样。用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查，试样上距离结扎处最远的 180°弯曲部分应不开裂。

8.2 臭氧浓度的测定

8.2.1 化学分析法

8.2.1.1 试剂

试剂应是分析纯级的。

整个试验过程均应使用蒸馏水。

a) 淀粉指示液：1 g 可溶淀粉加入 40 mL 冷水中，不断搅拌，并加热到沸腾直到淀粉完全溶解。用冷水稀释至约 200 mL，然后加入 2 g 结晶氯化锌，澄清溶液，倒出上层清液供使用。溶液应每隔二、三天更换一次以便保存及定期使用。

或者也可将 1 g 可溶淀粉溶于 100 mL 沸水中制备新鲜溶液。

不管用哪一种淀粉溶液作指示剂，均应加几滴 10%的醋酸到溶液中滴定。

b) 标准碘溶液：在称量管中加入 2 g 碘化钾(KI)和 10 mL 水并称重，然后将碘直接加入放在天平盘上的称量管里的溶液中，直到溶液中碘的总重量约为 0.1 g。精确称重含碘溶液，并测定加入的含碘量。将溶液倒入烧杯中，在烧杯上面用蒸馏水清洗称量管，一并将烧杯中的溶液倒入 1 000 mL 量瓶，然后把冲洗烧杯的蒸馏水也倒入量瓶，稀释至 1 000 mL。

注：如保存在暗冷的地方和塞紧的棕色瓶里，该溶液相当稳定。

c) 硫代硫酸钠溶液：将约 0.24 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 置于 1 000 mL 量瓶中，稀释到 1 000 mL 制成浓度和标准碘溶液基本相同的硫代硫酸钠($Na_2S_2O_3$)溶液。由于硫代硫酸钠溶液浓度会逐渐减小，在作臭氧试验当天，此溶液对碘溶液应作标准标定。

$Na_2S_2O_3$ 溶液的浓度 E 按碘当量计算，并以每毫升溶液的碘量毫克数表示，公式为：

$$E = \frac{FC}{S}$$

式中：F——碘溶液体积，mL；

C——碘浓度，mg/mL；

S——用于滴定的 $Na_2S_2O_3$ 溶液体积，mL。

d) 碘化钾溶液：将约 20 g 纯 KI 溶于 2 000 mL 水中。

e) 醋酸：制备 10%溶液(按体积比)。

8.2.1.2 试验步骤

已测定体积的含臭氧空气应通过试验箱内的 KI 溶液起泡，或者收集已测定体积的含臭氧空气，用合适的方法与 KI 溶液混合。

两种可选择采用的方法：

a) 盛有 100 mLKI 溶液的取样瓶一边接到试验箱的取样旋塞上，一边接到 500 mL 气体量管上。连接取样瓶到试验箱旋塞的玻璃管的位置应大大低于取样瓶中 KI 溶液的液面。打开量管的双通塞止旋塞，接通大气，升高接通量管底部的吸气瓶使水充满量管。然后关闭接通大气的量瓶旋塞，同时打开接通取样瓶塞，此时试验箱的取样旋塞接通取样瓶。然后放低吸气瓶直到水从量管中流光。这时，试验箱里的 500 mL 气体将吹泡通过 KI 溶液。然后关闭两个塞止旋塞，取下取样瓶供滴定。

b) 在容量为 400 mL 的分液漏斗里注满 KI 溶液，并接到试验箱的试验旋塞上。同时打开试验旋塞和分液漏斗底部的旋塞，直到约 200 mLKI 溶液流入放在下面的带刻度的量筒内。迅速关闭试验旋塞和

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

分液漏斗旋塞，移去并塞住分液漏斗。此时分液漏斗里的气体量应为 400 mL 与量筒内 KI 溶液量的差值。摇晃分液漏斗使气体与 KI 溶液完全发生反应，量筒内的 KI 溶液应用淀粉指示剂测试是否含游离碘，若有则该气体试样作废并重新采样。

不论用哪种方法，与来自试验箱的已知体积的气体发生化学反应的 KI 溶液均要淀粉指示剂与标定过的 $Na_2S_2O_3$ 溶液进行滴定。

8.2.1.3 计算

在室温和大气压力下，由于 1 mg 碘相当于 0.1 mL 臭氧(在平均室温和大气压力下本分析方法的精度范围之内)，臭氧浓度可按下式计算：

$$\text{臭氧浓度 \%(体积比)} = \frac{10SE}{V}$$

式中：S——用于滴定的 $Na_2S_2O_3$ 溶液量，mL；

E——$Na_2S_2O_3$ 溶液的碘当量，即每毫升 $Na_2S_2O_3$ 的碘的毫克数；

V——收集到的气体试样量，mL。

8.2.2 用臭氧计直接测量

作为化学分析法的替代方法，臭氧浓度可以用臭氧计直接测量、臭氧计通过与用化学分析法所得结果进行对比校准。

9 热延伸试验

9.1 取样，试样制备及其截面积的测定

从每一被试试样上切取两个绝缘样段和护套样段，按 GB/T 2951.1—1997 第 9 章规定的试验方法制备试样及测量截面积后进行试验。

哑铃试件应在除去所有凸脊和/或半导电层后从绝缘和护套内层制取。

试片厚度应不小于 0.8 mm，不大于 2.0 mm。如果不能制备 0.8 mm 厚的试片，则允许其最小厚度为 0.6 mm。

9.2 试验设备

a) 试验应在如 GB/T 2951.2—1997 第 8.1 条的规定的烘箱中进行。试验温度按有关电缆产品标准中对相关材料的规定。

b) 在烘箱内每一试件应从上夹头悬挂下来，用下夹头夹住，并在下夹头上加重物。

注：用夹头固定管状试件时，不应使试件两端紧密封闭。可用任何适当的方法实现，如在试件一端插入一小段金属针管，其尺寸略小于试件内径。

9.3 试验步骤

a) 试件应悬挂在烘箱中，下夹头加重物。所产生的作用力按有关电缆产品标准对相关材料的规定。

b) 在烘箱内 15 min 后，测量标记线间距离并计算伸长率。如果烘箱没有观察窗而必须把门打开进行测量，则应在打开门后 30 s 内测量完毕。烘箱温度按有关电缆产品标准对相关材料的规定。

如有争议，试验应在带观察窗的烘箱内进行，并且不打开箱门测量。

c) 然后从试件上解除拉力(在下夹头处把试样剪断)，并使试件在规定温度下恢复 5 min。然后从烘箱中取出试件，慢慢冷却至室温，再次测量标记线间的距离。

9.4 试验结果的评定

a) 在规定温度下负重 15 min 后，伸长率的中间值应不大于有关电缆产品标准的规定。

b) 试件从烘箱内取出冷却后标记线间距离的增加量的中间值对试件放入烘箱前该距离的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

北京中科环试仪器有限公司 www.zkhsyq.com 010-81290302

10 护套浸矿物油试验

10.1 取样和试样制备

按 GB/T 2951.1—1997 第 9.2.2 和 9.2.3 条所述的步骤制备 5 个试件。

10.2 试件截面积的测定

参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.2.4 条的试验方法。

10.3 试验用油

除非另有规定，使用的矿物油应是 ASTM 2 号油。具有下列性能：

——苯胺点　　(93±3)℃

——100℃时的粘度　　(20±1)厘泡[1)]

——闪点　　(245±6)℃

注：非仲裁试验时允许采用符合 GB 488 规定的 20 号机油。

10.4 试验步骤

试件应浸入预热到规定试验温度的油浴中，并在此温度下保持规定时间。试验温度和时间按有关电缆产品标准规定。

规定时间结束后，从油浴中取出试件，轻轻吸掉多余的油，并将试件悬挂在环境温度的空气中至少 16 h，但不超过 24 h，除非有关电缆产品标准另有规定。这一过程结束后，再从试件上轻轻吸去任何多余的油。

10.5 机械性能的测定

参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 和 9.1.7 条试验方法。

10.6 试验结果表示方法

根据浸油前测得的试件截面积计算抗张强度(参见第 10.2 条)。

浸油前后的 5 个试件的机械性能的中间值之差(参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.2 条)与浸油前机械性能的中间值的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

---

1) 或者(100±5)s(赛波特通用粘度计)。