

## 汽车标准

JASO

D 618:2013

### 汽车零件 —— 低压电线的试验方法

**Automotive parts-test methods for unscreened low-voltage cables**

#### 序言

本标准制定于 1997 年，之后截至目前经过两次修订。上次的修订是在 2008 年，而在这期间由于 JASO D 603 的修订，试验方法需要增加新的条件，所以对试验方法追加这些新的内容形成新的统一的试验方法。

#### 1 适用范围

本标准所规定的试验方法适用于无屏蔽单芯低压汽车用电线（以下简称电线）。

同时也适用于多芯电缆的单根线芯。

本标准中规定的每个测试的应用方面，据推测，这是足够的，以符合最新的测试标准适用电线的开发时间。然而，如果试验是必需的，因为发出这个规范是适用本标准的测试。

#### 2 引用标准

下面所列标准，由本标准所引用，构成本标准的一部分，有年代的采用该年代版，没有年代的标准采用最新版（包括其增补）

JIS G 7602 弹簧用不锈钢-第 1 部分：钢线（ISO 规格）

JIS K 6251:2004 硫化橡胶和热塑性橡胶——抗张性的要求与试验方法

JIS K 6272 橡胶—抗张力、弯曲和压缩试验机（定速）——规格

JIS K 7212 塑料—热塑性塑料的热稳定性试验方法——热老化箱法

JIS R 3503:1994 化学分析用途玻璃器具

JIS R 6251:2006 研磨布

ISO 1817:2005 Rubber, vulcanized-Determination of the effect of liquids

ISO 4926:2006 Road vehicles - Hydraulic braking systems - Non-petroleum-base reference fluids

#### 3 电线类型

本标准作为对象的电线的类型如表 1 所示。

表 1—电线类型

类型	名称		标记	适用标准
厚壁	汽车用聚氯乙烯绝缘低压电线		AV <sup>a)</sup> HEB HDEB	JASO D611
	汽车用无卤绝缘低压电线		HF	JASO D611
	汽车用厚壁铝低压电线		AL	JASO D603
薄壁 1	汽车用薄壁低压电线 1 型		AVS	JASO D611
薄壁 2	汽车用薄壁低压电线 2 型		AVSS CAVS CAV	JASO D611
	汽车用极薄壁无卤绝缘低压电线		HFSS	JASO D611
	汽车用压缩导体极薄壁无卤绝缘低压电线		CHFS	JASO D611
	汽车用薄壁铝低压电线		ALSS	JASO D603
薄壁 3	汽车用薄壁低压电线 3 型		CAVUS	JASO D611
	汽车用压缩导体超薄壁无卤绝缘低压电线		CHFUS	JASO D611
	汽车用超薄壁铝低压电线		ALUS	JASO D603
	汽车用压缩导体超薄壁聚氯乙烯绝缘低压电线		CIVUS <sup>b)</sup>	——
接地用	汽车用接地低压电线		EB	JASO D611
耐热 1	厚壁	汽车用交联聚氯乙烯绝缘耐热低压电线		AVX AVFX HEBX
	薄壁 1	汽车用薄壁型交联聚氯乙烯绝缘耐热低压电线		AVSX AVXS
	薄壁 2	汽车用极薄壁型交联聚氯乙烯绝缘耐热低压电线		AVSSX
		汽车用极薄壁型聚氯乙烯绝缘耐热低压电线		AVSSH
	接地用	汽车用极薄壁型聚氯乙烯绝缘耐热低压电线		IVSSH <sup>b)</sup>
耐热 2	厚壁	汽车用交联聚乙烯绝缘耐热低压电线		AEX
	薄壁 2	汽车用极薄壁型交联聚乙烯绝缘耐热低压电线		AESSX

注: <sup>a)</sup> JIS C3406 中没有规定的结构。<sup>b)</sup> JASO D611 下次修订时追加。

## 4 试验分类

试验的类型如表 2 和表 3 所示，采用和电线的类型对应。

表 2—试验分类（之 1）

类型	电线的类型和型号									应用条款
	厚壁		薄壁 1	薄壁 2		薄壁 3			接地用	
耐温等级	80°C <sup>a)</sup>	85°C <sup>b)</sup>	80°C <sup>a)</sup>	80°C <sup>a)</sup>	85°C <sup>b)</sup>	80°C <sup>a)</sup>	85°C <sup>b)</sup>		80°C <sup>a)</sup>	
试验项目	AV HEB HDEB	HF AL	AVS	AVSS CAVS CAV	HFSS CHFS ALSS	CAVUS	CHFUS ALUS	CIVUS	EB	
结构试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.1
电性能试验	导体电阻	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.1
	耐压试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.2
	火花试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.3
	绝缘电阻	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.4
绝缘拉伸试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.3
热变形试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.4
附着力试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.5
低温试验	低温卷绕	○	○	○	○	○	○	○	○	6.6.1
	低温冲击	○	○	○	○	○	○	○	—	6.6.2
耐磨试验	耐磨砂带试验	○	○	○	—	—	—	—	—	6.7.1
	耐刮磨试验	—	○	○	○	○	○	○	—	6.7.2
耐热试验 1	耐热试验 1(A)	○	—	○	○	—	○	—	○	6.8.1
	耐热试验 1(B)	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8.2
	耐热试验 1(C)	—	—	—	—	—	—	○	—	6.8.3
耐热试验 2	—	○	—	—	○	—	○	○	—	6.9
热收缩试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.10
耐溶液试验	涂抹试验	—	○	—	—	○	—	○	○	6.11.2
	浸渍试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.11.3
耐电池液试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.11.4
标识试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.12
难燃性试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6.13
交联度试验	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.14

○：适用；—：不适用

注<sup>a)</sup> 绝缘伸长率在 10000 小时确保 100% 的连续耐热温度

注<sup>b)</sup> 在加热 3000 小时时，绝缘按规定进行弯曲不开裂的温度

表 3—试验分类(之 2)

类型		电线类型和型号								应用条款
		厚壁	薄壁 1	薄壁 2	薄壁 2	薄壁 2	接地用	厚壁	薄壁 2	
耐温等级		100°C <sup>a)</sup>				100°C <sup>b)</sup>	100°C	120°C <sup>a)</sup>		
试验项目		AVX AVFX HEBX	AVSX AVXS	AVSSX	AVSSH	IVSSH	EBX	AEX	AELEX	
结构试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.1
电性能试验	导体电阻	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.1
	耐压试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.2
	火花试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.3
	绝缘电阻	○	○	○	○	○	○	○	○	6.2.4
绝缘拉伸试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.3
热变形试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.4
附着力试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.5
低 温 试 验	低温卷绕	○	○	○	○	○	○	○	○	6.6.1
	低温冲击	○	○	○	○	○	—	○	○	6.6.2
耐磨试验	耐磨砂带试验	○	○	—	—	—	—	○	—	6.7.1
	耐刮磨试验	—	○	○	○	○	—	○	○	6.7.2
耐热试验 1	耐热试验 1(A)	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8.1
	耐热试验 1(B)	○	○	○	○	○	○	○	○	6.8.2
	耐热试验 1(C)	○	○	○	—	—	○	○	○	6.8.3
耐热试验 2		—	—	—	—	○	—	—	—	6.9
热收缩试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.10
耐 溶 液 试 验	涂抹试验	—	—	—	—	○	—	—	—	6.11.2
	浸渍试验	○	○	○	○	○	○	○	○	6.11.3
耐电池液试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.11.4
标识试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.12
难燃性试验		○	○	○	○	○	○	○	○	6.13
交联度试验		○	○	○	—	—	○	○	○	6.14

○：适用；—：不适用

注<sup>a)</sup> 绝缘伸长率在 10000 小时确保 100% 的连续耐热温度注<sup>b)</sup> 在加热 3000 小时时，绝缘按规定进行弯曲不开裂的温度

## 5 试验环境条件

所有的试验都应在温度为(23±5) °C的环境中进行。

除非另做说明，老化箱用 JISK 7212 规定的强制通风循环烘箱的 B 型，空气的转换率至少每小时 8 次、最多 20 次。

## 6 试验方法

### 6.1 结构试验（电线外径、导体外径及绝缘厚度）

#### 6.1.1 试样

从电线上取大约 3 m 长作试样。

#### 6.1.2 装置

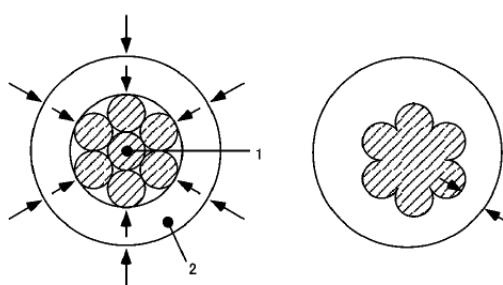
使用一个不导致试样变形的精度±0.01 mm 的尺寸测量仪器（如带刻度的放大镜）。

#### 6.1.3 步骤

电线外径是在与电线轴向垂直的同一平面内间隔角度大致相等的 2 点以上位置（图 1 指向的箭头处）测定，取平均值。对其在大约 1 m 的间隔的 3 处进行测量。根据 3 处测量的结果记录电线的最大值、平均值及最小值。

导体外径是在电线外径测量处垂直切断电线，然后按照同样的方法测得电线绝缘的内径，最大值记录为导体外径。

绝缘厚度取所得到的最小电线外径和导体直径之差的 1/2。绝缘最小厚度，根据目测其最薄的部位，测量其厚度，3 处测量结果中取其最小值记录为最小绝缘厚度。



a) 电线外径、导体外径测量点 b) 绝缘最小厚度测量点

图 1 测量点

### 6.2 电气特性试验

#### 6.2.1 导体电阻

##### 6.2.1.1 试样

试样的长度只要能将电线的电阻值换算到单位长度的数值，而不特别规定。然而由于电阻测量装置需要采取必要的长度。试验装置进行连接需要时，也可在试样的两端涂锡。

##### 6.2.1.2 装置

测量精度为±0.5%的电阻测量仪器和精度为 0.5% 的温度计。

##### 6.2.1.3 步骤

用±1 mm 精度直尺测量试样的长度和试样的温度，确保电阻测量仪的电极部分与导体接触良好。测量试样的电阻值，得到电阻读数并记录。用下列公式换算单位长度的导体电阻值并记录。

$$R_{20} = \frac{R_t}{L[1 + \alpha(t - 20)]}$$

式中， $R_{20}$ : 20°C 时导体的电阻值 (mΩ)

$R_t$ : 测量时的导体电阻 ( $\mu\Omega$ )  
 L: 不涂锡部分的导体长度 (m)  
 t: 测量时导体温度 (°C)  
 $\alpha$ : 20°C时的导体电阻的温度系数  
 铜为 0.00393, 铝为 0.00400

注 1: 0.00393 表示温度 20°C时的电导率为 100% 的铜的温度系数。

注 2: 0.00400 表示温度 20°C时的电导率为 58% 的铝的温度系数。

## 6.2.2 耐压试验

### 6.2.2.1 试样

从电线取长度 350 mm 以上的样品，剥去两端大约 25 mm 的绝缘，让导体露出，将两端扭绞在一起。

### 6.2.2.2 装置

盛满能将环状试样中间部分约 300 mm 浸入容量盐水的非导电容器(氯化钠质量比 3 %); 50 Hz 或 60 Hz、能够调压的最大 5 kV(有效值)的交流电源。

### 6.2.2.3 步骤

如图 2 所示, 将样品中央部大约 300 mm 浸没在盐水中, 浸泡 4h, 然后在导体与电极之间施加 1 kV(rms) 的电压 30min, 然后以 500 V/s 的速率增加电压, 确认绝缘有无击穿。

——导体标称截面不到  $0.5 \text{ mm}^2$  的情况: 3 kV(有效值)

——导体标称截面  $0.5 \text{ mm}^2$  以上的情况: 5 kV(有效值)

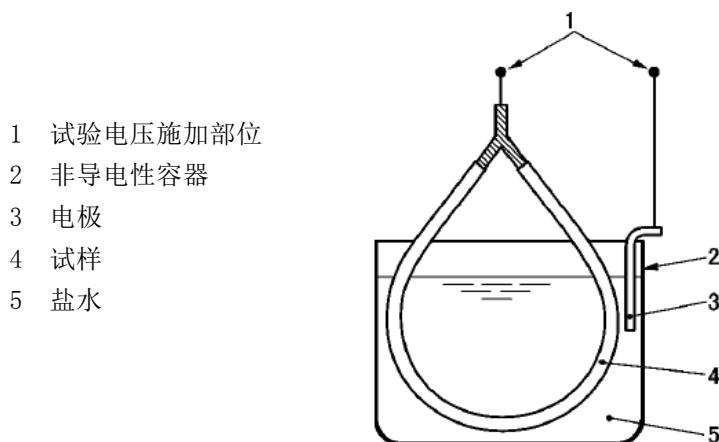


图 2 耐压试验装置

## 6.2.3 火花试验

### 6.2.3.1 试样

在线生产的全部电线。

### 6.2.3.2 装置

用一个正弦电压源装置, 电压见表 4。试验电极可以由金属珠链, 金属刷, 或任何其它类型的适当的电极组成。选择电极长度和频率应考虑电线运转速度, 使穿过电极区间电线每点在电极中保持 0.15s 或加载最少 9 个电压周期。

表 4 火花试验电压

导体标称截面积 $\text{mm}^2$	施加电压(rms) kV
<0.5	3
$\geq 0.5$	5

### 6.2.3.3 步骤

本试验以全部电线为测试对象，在生产过程中进行。确认绝缘有无击穿。

### 6.2.4 绝缘电阻

#### 6.2.4.1 试样

从电线取长度 5m 以上的样品，剥云两端大约 25 mm 的绝缘。

#### 6.2.4.2 装置

能盛装 70±2°C 水、使试样充分浸泡的非导电容器、输出直流 500V 电源和阻抗测量装置。

#### 6.2.4.3 步骤

将试样放入水中，并使电缆两端露出水面 250 mm，浸泡 2h。然后在导体与水之间施加 100V 至 500V 的直流电压 1min，测量并记录其绝缘电阻值。绝缘的体积电阻率  $P_0$  由下面公式进行计算：

$$P_0 = 2.729 \times \frac{L \times R}{\lg(D/d)}$$

式中  $P_0$ : 绝缘的体积电阻率 ( $\Omega \cdot \text{mm}$ )

$L$ : 样品浸入水面长度 (mm)

$R$ : 测量的绝缘电阻 ( $\Omega$ )

$D$ : 按 6.1.3 测量的电线外径 (mm)

$d$ : 按 6.1.3 测量的导体外径 (mm)

$\lg$ : 常用对数

### 6.3 绝缘抗张强度试验

#### 6.3.1 试样

试样的准备

##### a) 取样

从 3 m 长的电线上相距 1 m 间隔处取 3 个试样。如果不能或者很困难从电缆上取样，也可以采用与电缆绝缘材质相同的材料做成试片，其厚度为 1 mm ~ 3 mm，并在室温下放置 5 小时后取样。

##### b) 试样的形状及调整

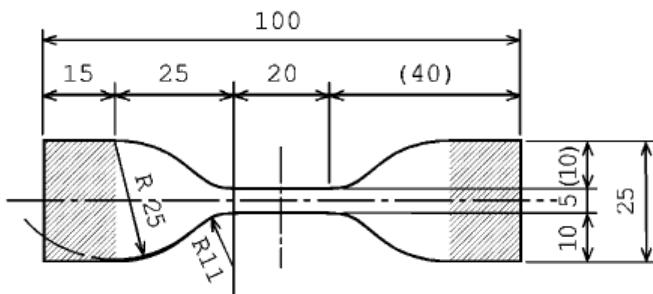
样品的形状，绝缘内径小于 5 mm 的，采用原样的管状试样，其余的采用哑铃形试样。调整方法如下。

——管状样品长度大约 150 mm，用 50 mm 的间隔线在试样中部作标记。

——哑铃状试样必须以适当的方法进行处理，以削除不平整部分，并使其表面平整，哑铃状试样厚度必须保持原有的厚度，但如果其厚度超过 3mm，则将其处理成接近 3mm。

——哑铃状试样，按 JIS K 6251:2004 第 6.1(试片的形状与尺寸)规定的 3 号或 4 号试片。哑铃状试样夹持部分宽度(参见图 3)最小可以到 7 mm。

单位 mm



备注：所示为 3 号形状，斜线部分为夹持部位

图 3 哑铃形试样形状

##### c) 截面积的计算方法

1) 管状样品，用第 6.1.3 条测量的电线外径的最小值和导体直径的平均值，根据下式算出

$$a = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

式中 a: 断面积 ( $\text{mm}^2$ )

D: 电线径最小值 ( $\text{mm}$ )

d: 导体外径平均值 ( $\text{mm}$ )

2) 哑铃试样的厚度用微米千分尺或橡胶厚度计测量不少于 5 个点，其横断面积由所测量的厚度最小值乘以试样平行部分的宽度（冲压模的宽度）所得。

### 6.3.2 装置

所使用的拉力机必须符合 JIS K 6272 的要求，且试样的断裂抗张强度不大于拉力机容量的 15% 至 85%。拉力机必须校准，其显示精度容许在  $\pm 2\%$  以内。

### 6.3.3 步骤

试验前试样必须在室温中保持不少于 1 个小时。

试样用适当的夹具夹持，以保证试样在测量过程中不出现意外或者不希望的情况出现，拉伸速度以大约 200  $\text{mm}/\text{min}$  或者 500  $\text{mm}/\text{min}$  进行。测量出其断裂时的力和标志线间的长度。

从所测得的断裂时的力和标记线间的距离，根据下式算出绝缘抗张强度和绝缘伸长率。记录 3 个样品的平均值。而且，在标记线外切断的时，把这个试样从记录中去除，追加样品进行试验。

$$\text{抗张强度: } \delta = \frac{F}{A}$$

式中  $\delta$ : 抗张强度 ( $\text{MPa}$ )

F: 拉拔力 ( $\text{N}$ )

A: 试样的断面积 ( $\text{mm}^2$ )

$$\text{伸长率: } \varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中  $\varepsilon$ : 伸长率 (%)

$l_1$ : 断裂时标志线间距离 ( $\text{mm}$ )

$l_0$ : 试验前标志线间距离 ( $\text{mm}$ )

## 6.4 热变形试验

### 6.4.1 试样

取长度约为 600mm 试样 3 个。

### 6.4.2 装置

用图 4 所示的加热变形测量装置和老化箱。

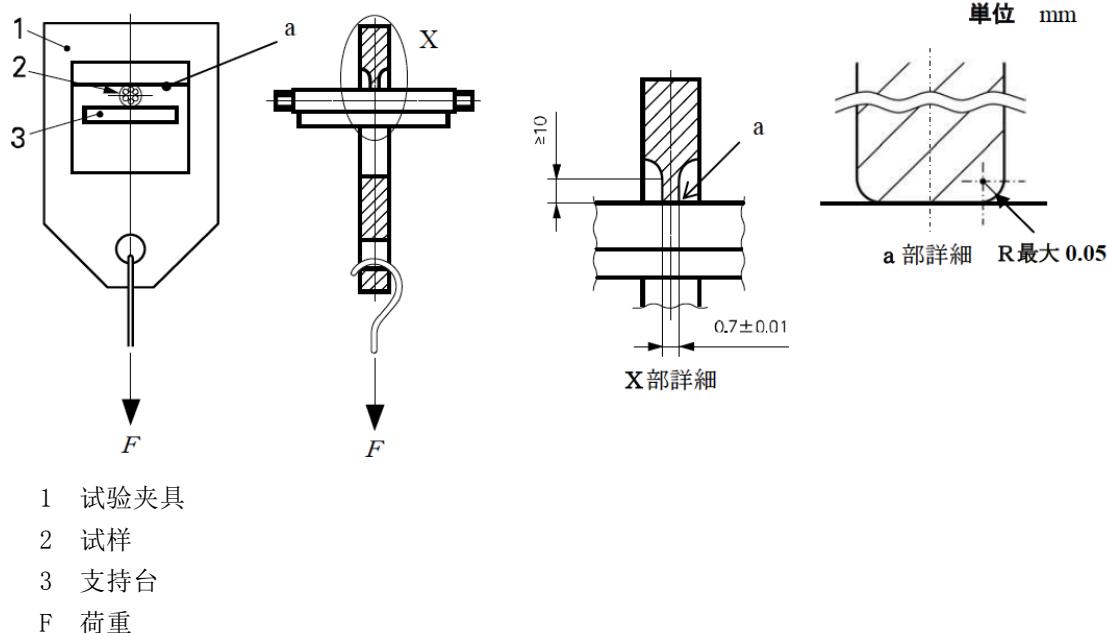


图 4 热变形试验装置

#### 6.4.3 步骤

如图 4, 将试样固定到支撑台上, 负荷与刀刃与电线轴线垂直地加载到电线上, 并加载一个用下式计算得到的荷载。将其放入已预热的烘箱内, 烘箱温度如表 5 所示, 并放置 4 h。

$$F = 0.8\sqrt{i(2D-i)}$$

式中 F: 加载在试样上的总负荷(N)

D: 按 6.1.3 测量的电线最大外径(mm)

i: 按 6.1.3 测量的绝缘厚度(mm)

注: 算出的总负荷重, 可以根据四舍五入减少位数, 但是误差不超过 3%

表 5 热变形试验温度

电线温度等级 °C	试验温度 °C
80	80±2
85	85±2
100	100±2
120	120±3

然后, 在 10 s 内将试样浸入冷水中冷却 10 s。冷却之后对试样在施加压力的点进行 6.2.2 的耐电压测试, 但进行如下变更。

——在加入电压之前, 将试样浸入盐水 10 min 以上。

——施加 1 min 的 1 kV(有效值)的电压(之后不升高电压)。

#### 6.5 附着力试验

##### 6.5.1 一般事项

该试验只适用于标称截面积 5 mm<sup>2</sup> 以下的电线。

##### 6.5.2 试样

从长度大约 3 m 的电线上大约间隔 1 m 处取 3 个约 100 mm 的样品。小心剥去图 5 中 AB 部分 25 mm 的绝缘, 注意不要损伤 BC 部份 (50±1) mm 的绝缘, 整个样品长度成为大约 75 mm。

### 6.5.3 装置

装置如图 5 所示。金属板上有一个与导体直径相当的圆孔。牵引力测试仪能以 250 mm/min 的速度将导体从金属板的孔中拉出，且使导体与金属孔之间不产生磨擦。

### 6.5.4 步骤

如图 5 所示，将样品放入试验装置。以 250 mm/min 的速度在导体和装置之间无摩擦地拉拔试样。记录力(F)。记录 3 个试样的试验结果，如果 50 mm 绝缘部分，(BC) 滑动时变弯曲，用长度等于 25mm 准备新的试样重复该程序。

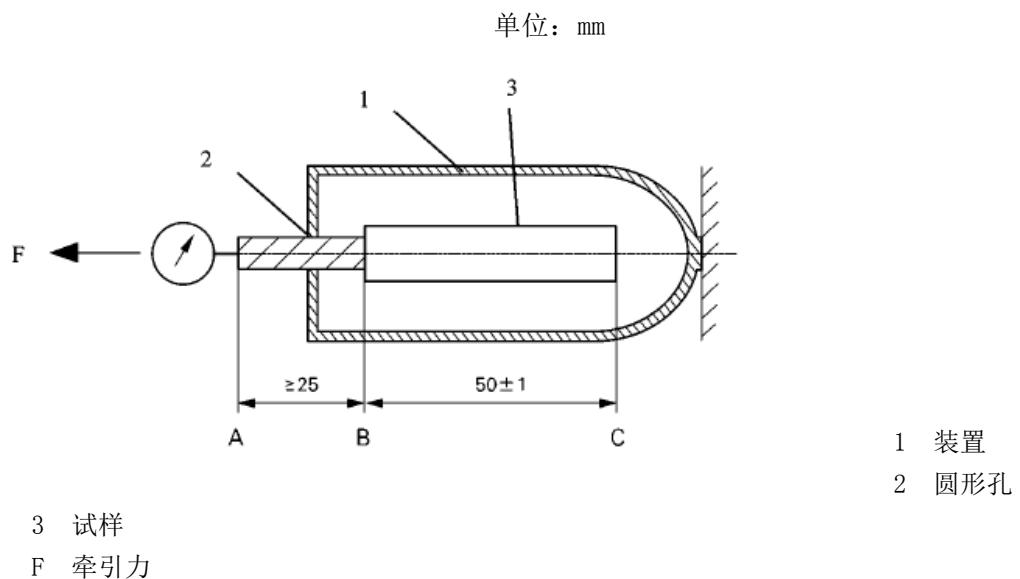


图 5 附着力试验装置

## 6.6 低温试验

### 6.6.1 卷绕试验

#### 6.6.1.1 试样

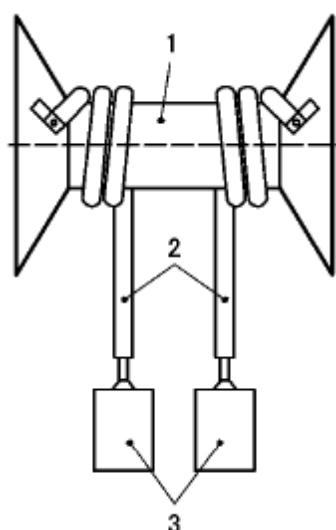
从电线上取 2 个 600 mm 长试样，两端剥去 25 mm 绝缘。

#### 6.6.1.2 装置

使用一个  $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$  的冷冻箱，但对于厚壁电线经供需双方协商可以使用  $(-25 \pm 2)^\circ\text{C}$  的低温箱。固定或旋转的芯轴都可使用。

旋转芯轴如图 6 所示，使用芯轴和重物，重物、芯轴直径按表 6。

另外，固定芯轴时不需使用重物。



1——芯轴  
2——试样  
3——重物

图 6 旋转式卷绕试验装置

表 6 卷绕试验方法

导体 标称截面积 (mm <sup>2</sup> )	芯轴直径 (mm)		重物 质量 (kg)	卷绕 速度 (圈/s)	最小卷 绕圈数 (圈)
	6.6.1 卷绕试验 6.11 耐溶液试验 A.2 短期老化 (240h) 试验 A.4 耐臭氧试验 A.5 耐热水试验	6.9 耐热试验 2 A.3 热过载 (6h) 试验 A.6 温湿交变试验			
0.85 以下	电线外径最大值 5 倍以下	电线外径最大值 1.5 倍 以下	0.5	1	3
1.0 以上 1.5 以下			2.5	1	3
2 以上 5 以下			5	1	2
6 以上 10 以下			8	0.5	0.5
12 以上 25 以下			10	0.5	0.5
30 以上 35 以下			20	0.5	0.5
40 以上 100 以下			30	0.2	0.5

## 6.6.1.3 步骤

样品和芯轴在低温箱内预先放置 4 h 以上。

——使用旋转装置的时候，如图 6 所示，将样品固定到芯轴上，并在两边加载重物，使样品与芯轴垂直。

——使用固定装置时，必须在低温箱内由人工将试样缠绕在芯轴上。

按表 4 规定进行试验。保持试样与芯轴紧密连续地接触。

卷绕试验之后，使试样冷却到室温，观察绝缘是否有损坏或露出导体的情况。然后按 6.2.2 规定进行耐电压试验。但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

——在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10 min；

——施加 1 min 的 1 kV(有效值)的电压（之后不升高电压）。

## 6.6.2 冲击试验

## 6.6.2.1 采用条件

本试验的应用，由供需双方协商决定。

## 6.6.2.2 试样

从电线上取 3 个 350 mm 长试样，两端剥去 25 mm 绝缘。

## 6.6.2.3 装置

用低温箱和图 7 所示的装置。重锤的质量按表 5。

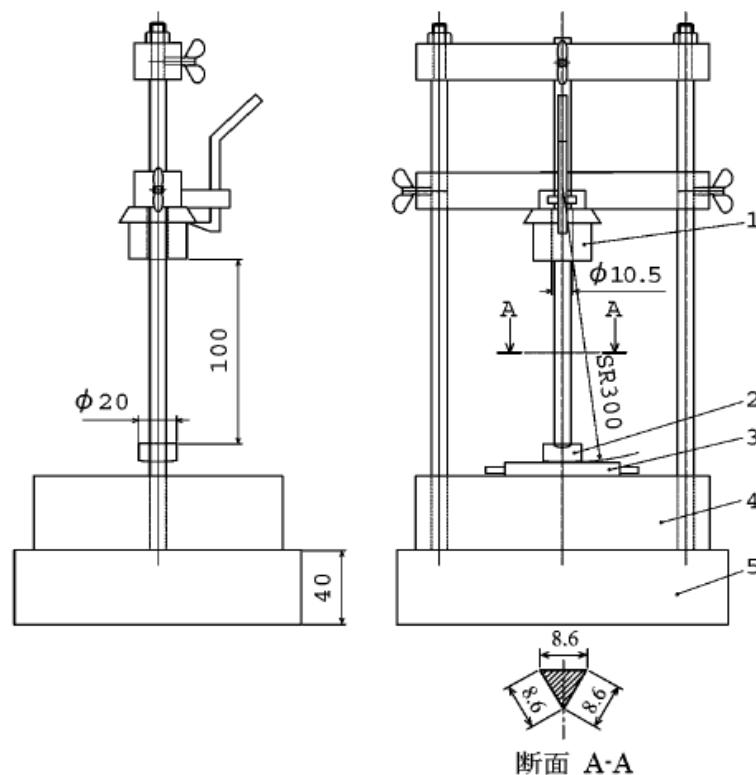
## 6.6.2.4 步骤

把低温箱温度设为 (-15 ± 2) °C，将试样和试验装置放入低温箱内 16 h。如果装置经过预冷，只要试样达到规定的温度，冷却 4 h 也可以。之后，将试样的中央部位放在试验装置的钢基础上，重锤从 100mm 高度落下。其余试样重复该试验。冲击后，将试样回复到室温进行绝缘的目视检查。如果看不见裸露的导体，则进行 6.2.2 的耐电压试验，但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

——在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10 min；

——施加 1 min 的 1 kV(ms) 电压（之后不升高电压）。

单位: mm



- 1 重锤
- 2 钢中间件(100g)
- 3 试样
- 4 钢基座(10kg)
- 5 泡沫橡皮垫

图 7 冲击试验装置

表 7 冲击试验方法

导体标称截面积 $\text{mm}^2$	重锤质量		
	普通及薄壁 1 型电线	薄壁 2 型电线	薄壁 3 型电线
0.5 以下	100	100	100
0.75 以上 2.5 以下	100	100	100
3 以上 4 以下	100	100	—
5 以上 10 以下	200	200	—
12 以上 25 以下	300	300	—
30 以上 50 以下	300	—	—
60 以上 100 以下	400	—	—

## 6.7 耐磨试验

### 6.7.1 拖磨试验

#### 6.7.1.1 试样

取 1m 长电线，两端剥去 25mm 绝缘。

#### 6.7.1.2 装置

采用 JIS R 6251: 2006 规定的 P150 号石榴石砂带，砂带能以  $(1500 \pm 75)$  mm/min 的速度移动，规定的压力施加在砂带上，能够让砂带与试样之间相互磨擦。垂直于砂带边沿每间隔 150mm 有一个 5~10mm 宽的导电条，以便试样导体露出后装置可以停止。由拖架、加载负荷的支撑杆和轴臂施加在试样上的力合计  $(0.63 \pm 0.05)$  N。

#### 6.7.1.3 步骤

将试样伸直但不拉伸地水平放置在试验装置上，在支撑杆上加载表 8 的规定负荷，拖支砂带，记录导体露出时砂带所拖过的长度。将试样移动 50 mm，并顺时针旋转 90°。重复这个程序 4 次，测得读数，这四个读数的平均值为耐拖磨值。

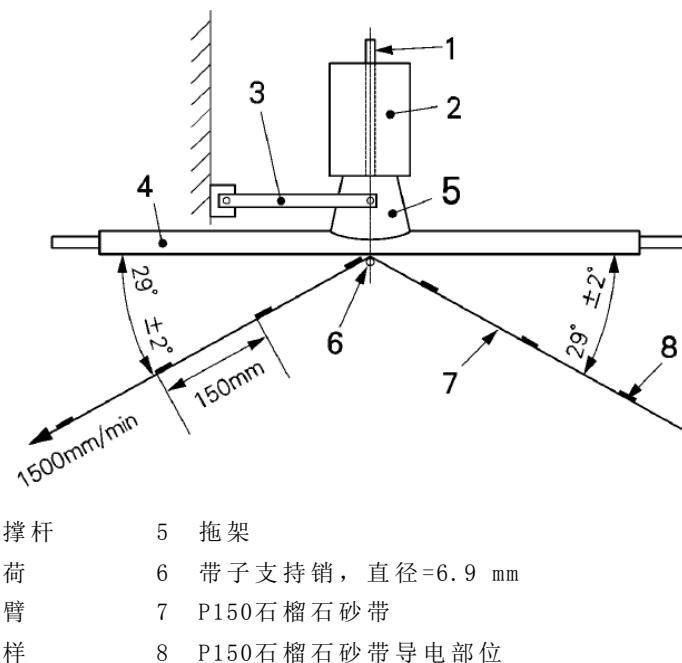


图 8 拖磨试验装置

表 8 耐磨试验施加重物质量

导体标称截面积 (mm <sup>2</sup> )	施加重物质量 (kg)		
	普通及薄壁 1 型	薄壁 2 型	薄壁 3 型
0.13 以上 0.35 以下	0.5	0.1	0.05
0.5 以上 2 以下	0.5	0.2	0.1
2.5	1.5	0.5	0.2
3 以上 6 以下	1.5	0.5	—
8 以上	1.9	—	—

#### 6.7.2 刮磨试验

##### 6.7.2.1 试样

取 1 m 长试样，两剥去 25 mm 绝缘。

##### 6.7.2.2 装置

如图 9 所示，能加载负荷的刮针垂直于绝缘表面，并能沿着电线轴向往返刮磨绝缘。当刮针磨破绝缘与导体接触时，装置能停止工作，并能记录刮针往返的次数。装置还应具有如下特征：

—— 刮针的直径： $(0.45 \pm 0.01)$  mm

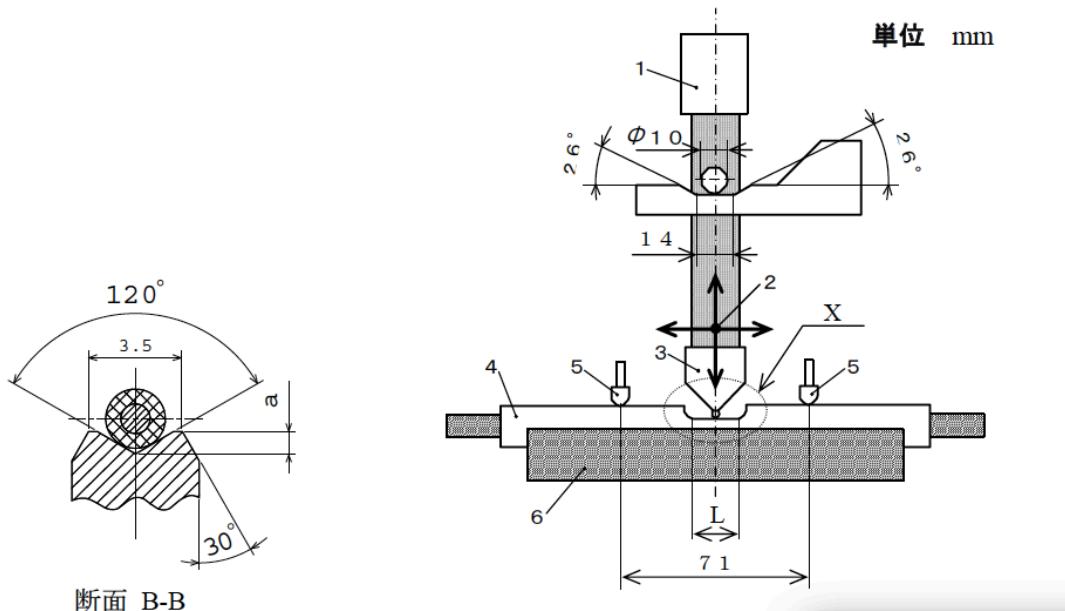
—— 刮针的材质：满足 JIS G 7602  
 —— 运动速度：(55±5) 次/min (1 个往返为 1 次)  
 —— 刮针的移动距离：(20±1) mm  
 —— 刮磨长度：(15.5±1) mm  
 —— 负荷 (位置, 数值, 设计细节): 在试样上的垂直力在运动状态下应恒定。  
 —— 样品安装能力: 试验过程中, 试样不能移动。如果需要固定, 施加于导体上的力不应超过 100 MPa (N/mm<sup>2</sup>)。

—— 装置的稳定性: 装置应足够稳定, 从而不影响结果。

### 6.7.2.3 步骤

施加一个(7±0.05) N 的垂直合力给试样。在(23±1) °C 的温度下进行试验, 直到刮针与导体接触, 记录刮针往返的次数。每次读数后, 试样沿轴向移动 100 mm 并顺时针转动 90°。重复以上试验, 取得 4 个测量往复次数。4 个测量值的最小值即为最小耐磨损耗值。

每次读数后更换刮针。



- 1 负荷
- 2 刮针移动距离
- 3 针座
- 4 试样
- 5 夹具
- 6 试样台
- L 刮磨长度: (15.5±1) mm
- d 刮针直径: (0.45±0.01) mm
- a 沟槽深度:

导体标称截面积 0.35 以下: 0.4mm

导体标称截面积 0.5 以上: 0.8mm

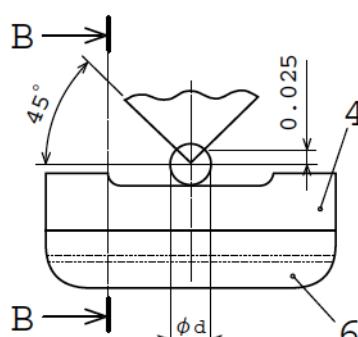


图 9 耐刮磨试验装置

## 6.8 耐热试验 1

### 6.8.1 耐热试验 1A

#### 6.8.1.1 试样

取长约 600mm 电线试样, 两端剥去 25mm 绝缘。

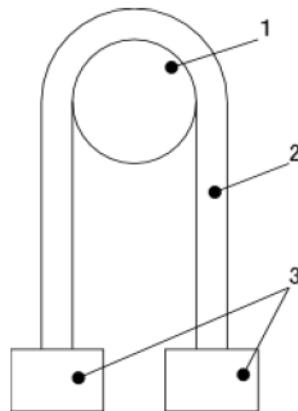
## 6.8.1.2 装置

装置是使用老化箱和表 9 所规定的芯轴、重物。

## 6.8.1.3 步骤

在试样两端导体部位加载表 9 所规定的重物，如图 10 所示。然后以水平的方式放入（ $120 \pm 2$ ）℃ 老化箱内加热 120h。加热后，冷却至室温。沿着芯轴进行和加热状态时反方向弯曲。再按 6.2.2 要进行耐电压试验。但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

- 在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10min；
- 施加 1 分钟的 1 kV(有效值) 的电压(之后不升高电压)。



1 芯轴

2 试样

3 重物

图 10 耐热试验 1A 的装置

表 9 耐热试验 1A 的条件

导体标称截面积 (mm <sup>2</sup> )	芯轴直径 (mm)	重物 (g)
0.3 以上 0.85 以下	115	450
1.0 以上 1.25 以下	165	450
1.5 以上 3 以下	165	1350
4 以上 8 以下	255	1350
10 以上 40 以下	255	2700
50 以上 100 以下	255	4500

## 6.8.2 耐热试验 1B

## 6.8.2.1 试样

取长约 600 mm 电线试样，两端剥去 25mm 绝缘。

## 6.8.2.2 装置

装置是使用老化箱和表 10 所规定的芯轴、重物。

## 6.8.2.3 步骤

按表 10 规定的温度和时间加热后，冷却至室温，然后在表 10 中规定的芯轴上绕 3 圈，观察绝缘表面是否有缺陷或裂纹。再按 6.2.2 要进行耐电压试验。但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

- 在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10 min；
- 施加 1 min 的 1 kV(有效值) 电压(之后不升高电压)。

表 10 耐热试验 1B 试验条件

导体标称截面积 $\text{mm}^2$	电线类型					
	耐热 1 型电线			耐热 2 型电线		
	温度 (°C)	加热时间 (h)	芯轴直径 (mm)	温度 (°C)	加热时间 (h)	芯轴直径 mm
0.3 以上 1.25 以下	120±3	168	12.5	150±3	240	12.5
1.5 以上 3 以下			20			20
4 以上 5 以下			25			25
6 以上 8 以下			50			50
10 以上 20 以下			80			80
25 以上 40 以下			100			100
50 以上 60 以下			140			140
70 以上 100 以下			170			170

## 6.8.3 耐热试验 1C

## 6.8.3.1 一般事项

适用于在耐热 1 和耐热 2 中导体标称截面积 8  $\text{mm}^2$  以下的电线。

## 6.8.3.2 试样

从电线上取约 200 mm 长作为试样。

## 6.8.3.3 装置

装置是使用设定为 (200±3) °C 老化箱。

## 6.8.3.4 步骤

将其缠绕在与电缆直径相同的芯轴上 6 圈，将其在 (200±3) °C 的烘箱中加热 30 min，然后取出在自然状态下冷却至室温，观察绝缘表面是否有缺陷或裂纹。

## 6.9 耐热试验 2

## 6.9.1 试样

从电线上取 3 段约 350 mm 作为试样，两端剥去 25 mm 绝缘。

## 6.9.2 装置

与所试电线耐热等级对应的表 5 所示的温度设定的老化箱，以及按表 6 所示规格的试验的芯轴和重物。

并且，旋转式和固定式芯轴都可以使用。

## 6.9.3 步骤

放置试样在一个烘箱内 3000 h。用导体固定作为试样的支撑，支撑部位不能接触绝缘。试样应彼此之间及和烘箱内壁间距至少 20 mm。不同绝缘材料的电线不应在一起测试。老化 3000 h 后，从烘箱取出试样在室温下放置至少 16 h，然后按 6.6.1 进行卷绕试验。卷绕后，进行目视检查绝缘。如果看不见导体露出，则按 6.2.2 进行耐电压试验。但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

- 在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10min；
- 施加 1 min 的 1 kV(有效值) 电压(之后不升高电压)。

## 6.10 加热收缩试验

## 6.10.1 试样

从电线上取 3 段 100mm 长作为试样。

## 6.10.2 装置

(150±3) °C 老化箱

## 6.10.3 步骤

试验前，在室温下用精度 ± 0.1 mm 以上的尺寸测量装置测量试样绝缘长度，水平放置试样到老化箱内，加热 15min，然后放置到室温，再测量绝缘长度。

## 6.11 耐液体性试验

### 6.11.1 采用条件

根据供需双方协商，可以采用涂抹试验和浸渍试验中任一种试验方法。

### 6.11.2 涂抹试验

#### 6.11.2.1 总则

该试验汽油、柴油、乙醇、发动机油、清洗液和盐水必须采用。对于其它液体，由供需双方协商而定。

#### 6.11.2.2 试样

从电线上取长度大约 600 mm 的试样，去除两端大约 25mm 的绝缘。将试样沿着 50 mm 直径的芯轴弯成 U 字形。按照表 11 的规定每个种类的液体分别准备试样。

#### 6.11.2.3 装置

装置是使用装满浸渍试验液体用的容器，与所试电线耐热等级对应的表 5 所示的温度设定的老化箱，以及按表 6 所示规格的芯轴和重物。并且为了收集低落的液体，在老化箱底部要放有收集的容器。

并且，旋转式和固定式芯轴都可以使用。

#### 6.11.2.4 步骤

每个试样各自在表 11 规定的液体中大约 400 mm 浸渍 10 s。从液体中取出在放入老化箱之前放置 3 min，让液体从试验上自由低落。注意这时试样两端去除绝缘的部分不得接触液体。接触了不同试验液体的试样可以放在同一老化箱中存放。从不同材料的电线上取得的样品不能放在同一老化箱中存放。

在表 11 规定的分类 1 的试验，在 1000 h 时间内按如下规定浸渍试验液。

——开始每个液体浸渍 8 个试样放在老化箱中存放；

——从开始存放 240 h 时取出 2 个试样，其余 6 个试样再次浸渍液体后继续存放在老化箱中。

——从开始存放 480 h 时取出 2 个试样，其余 4 个试样再次浸渍液体后继续存放在老化箱中。

——从开始存放 720 h 时取出 2 个试样，其余 2 个试样再次浸渍液体后继续存放在老化箱中直到 1000 h 取出。

对于表 11 中分类 2 的试样，在老化箱中存放前只浸渍一次液体，在老化箱中存放后经过 240h 即取出试样。

试样中途或者试验结束后取得的试样，在室温存放 30min。然后按照 6.6.1 在室温进行卷绕，注意卷绕应在中部进行。卷绕后目视检查如果不露导体，则按 6.2.2 进行耐压试验。然而对 6.2.2 的试验步骤做如下变更：

——在施加电压前，将试样在盐水中浸泡 10 min。

——施加 1min 的 1kv (有效值) 电压 (之后不升高电压)。

**表 11 耐液体性试验（涂抹试验）用溶液和试验条件**

分类	液体	说明	样本数 (根)	放入老化箱的存放时间 (h)
1	发动机冷却液	50% 乙稀基乙二醇 + 50% 蒸馏水	8	240 + 240 + 240 + 280
	机油	ISO 1817:2005, 2 号油	8	
	盐水	5% NaCl + 95% 水 (质量%)	8	
	清洗液	50% 异丙醇 + 50% 水	8	
2	汽油	ISO 1817:2005, 液体 C	2	240
	柴油	90% ISO 1817:2005, 液体 C + 10% 对二甲苯	2	
	转向助力液	ISO 1817:2005, 3 号油	2	
	乙醇	85% 乙醇 + 15% ISO 1817:2005, 液体 C	2	

自动变速箱液	Dexron VI	2	
刹车液	ISO 4926:2006 (SAE RM-66-06)	2	
电池液	15%H2SO4+85%H2O, 比重 1.26	2	

注：如果没有特别说明，规定溶液浓度为体积比。

### 6. 11. 3 浸渍试验

#### 6. 11. 3. 1 总则

该试验适用于汽油、柴油和发动机油。对于其它液体，由供需双方协商而定。

#### 6. 11. 3. 2 试样

针对同液体种类数量，从电线上取相同数量的每段长约 600mm 的试样，两端剥去 25mm 绝缘。

#### 6. 11. 3. 3 装置

装置是试样浸渍用盛满表 12 所示温度液体的容器，采用满足 6. 6. 1. 2 条规定的检测设备，以及表 6 所示规格的芯轴尺寸和重物。

并且，旋转式和固定式芯轴都可以使用。

表 12 耐液性试验（浸渍试验）用溶液和试验条件

液体	说明	试验温度 (℃)	试验时间 (h)
汽油	ISO 1817:2005, 液体 C	23 ± 5	20
柴油	90 % ISO 1817, 3 号油 +10 % p-二甲苯	23 ± 5	20
机油	ISO 1817, No. 2 号油	50 ± 3	20
乙醇	85%乙醇+15%ISO 1817:2005, 液体 C	23 ± 5	20
转向助力液	ISO 1817:2005, 3 号油	50 ± 3	20
自动变速箱液	Dexron VI	50 ± 3	20
发动机冷却液	50%乙烯基乙二醇+50%蒸馏水	50 ± 3	20

注：规定溶液浓度为体积比。

#### 6. 11. 3. 4 步骤

在试样中部未变形处，绕电线圆周 120° 取三点测量确定每个试样电线外径。以三个尺寸计算平均值。每个试样卷绕部分浸入表 12 规定的液体 20 h，试样末端露出液面。从液体中取出试样擦干试样表面残留的液体，在室温干燥 30 min。在干燥后 5 min 之内，在浸入液体前同一个点测量电线外径，然后按 6. 6. 1 测量方法进行卷绕试验。但 6. 6. 1. 3 的程序而作以下改变：

- 在室温进行卷绕试验。
- 计算电线外径的变化百分率。

### 6. 11. 4 耐电池液试验

#### 6. 11. 4. 1 采用条件

如果按 6. 11. 2 进行涂抹试验的话，本试验不采用。

#### 6. 11. 4. 2 试样

试样按 6. 11. 2. 2 的要求准备。

#### 6. 11. 4. 3 装置

采用电池液(比重 1.260±0.005 的硫酸溶液)和 (90 ± 2) °C 的老化箱，表 6 所规定的重物、芯轴。旋转芯轴或固定芯轴均可。

#### 6. 11. 4. 4 步骤

在电线上滴上电池液，两端不要沾上电池液。试样在烘箱中 8 h。不同绝缘材料的电线不能同时试验。从烘箱中取出试样，在起初滴加电池液处再滴加电池液，继续放入烘箱中 16 h（合计 24h）。从烘箱中取出试样。这样为一个周期。重复这个程序两次。保持试样在室温（ $23 \pm 5^\circ\text{C}$ ）30 min。然后在室温下按 6.6.1 的要求进行卷绕试验。卷绕之后用目视检查绝缘，如果不露出导体，则按 6.2.2 条进行耐电压试验，但对 6.2.2 的规定作如下一变更：

- 在施加电压之前，将试样浸泡在盐水中 10 min；
- 施加 1 min 的 1 kV（有效值）电压（之后不升高电压）。

## 6.12 标志试验

### 6.12.1 试样

取 3 个包含标志，长约 600mm 的电线作为试样。

### 6.12.2 装置

由 2 片含羊毛 75%、密度（ $0.171 \sim 0.191$  g/cm<sup>3</sup>）和尺寸 50 mm × 50 mm × 3 mm 的装置，以及装有温度（ $50 \pm 3$ ）℃ ISO 1817 规定的 No. 2 油的容器。

### 6.12.3 步骤

将试样在溶液中浸泡 20 h，试样末端露出液面 50 mm。从油中取出试样，在室温下放置 30 min 让油自然低落。将试样夹在两片毛毡未用过的区域，施加一个（ $10 \pm 1$ ）N 力，使试样从两片毛毡之间拉出。另外 2 个试样也重复该试验。试验后目视检查试样，检查标志是否可辨认并记录。

## 6.13 难燃性试验

### 6.13.1 试样

取长约 300mm 电线作为试样

### 6.13.2 装置

难燃试验用如下装置：

——试验箱必须由金属制成。高约 610 mm，宽约 310 mm，深约 360 mm，用不易燃物遮蔽了侧面和背面的试验箱。

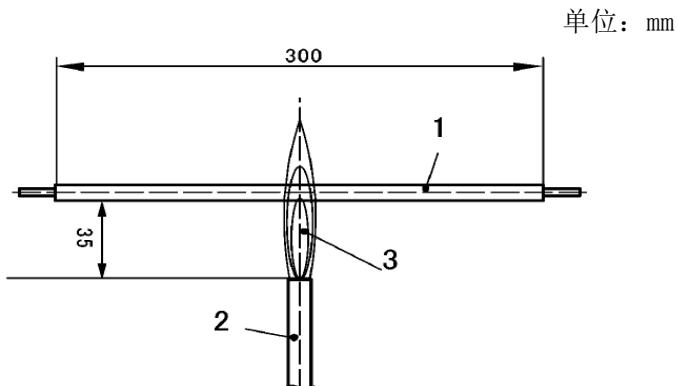
——有水平支撑试样的金属平台。

——一个口径大约 10 mm，能将内焰（浅蓝色火焰）的长度调整到大约 35 mm 的本生灯。

### 6.13.3 步骤

如图 11 所示，将试样水平固定，除非另做说明，将内焰（浅蓝色火焰）的顶端在电缆的中间下部施加，使其燃烧 30 s，然后小心移开火焰，并记录火焰移开后电缆继续燃烧至熄灭的时间。

如果绝缘未能通过 30 s 的燃烧试验，试验将停止并记录。



- 1 试样
- 2 本生灯
- 3 内焰

图 11 难燃性试验

## 6.14 交联度试验

### 6.14.1 耐热 1 类型的凝胶率

#### 6.14.1.1 试样

从电线上取下绝缘，并切成细小的颗粒。

#### 6.14.1.2 装置

JIS R 3503:1994 规定的通用组合索氏提取(萃取)器、温度为(100±2)℃的干燥容器和精度 0.001g 以上的质量测定器具。

#### 6.14.1.3 步骤

称取试样约 0.5 g, 精确到 mg 单位, 放入索氏提取(萃取)器中用四氢呋喃萃取 18 h, 取出试样在(100±2)℃干燥器内干燥 3 h, 冷却至室温。再称取其质量, 精确到 mg 单位, 计算出与之前称取质量的百分比就是凝胶率。

$$X = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

其中: X, 凝胶率 (%)

$m_1$ , 试验前的质量 (mg)

$m_2$ , 试验后的质量 (mg)

### 6.14.2 耐热 2 类型的凝胶率

#### 6.14.2.1 试样

从电线上取下绝缘，并切成细小的颗粒。

#### 6.14.2.2 装置

温度为(120±2)℃的恒温油浴、温度为(100±2)℃的干燥容器和精度 0.001g 以上的质量测定器具。

#### 6.14.2.3 步骤

称取试样约 0.1g(精确到 mg 单位), 放入试管中, 向试管中加入 20ml 二甲苯, 放入(120±2)℃恒温油浴中 24h, 取出试样放入(100±2)℃的干燥器中 6 h, 然后冷却至室温。再称取其质量, 精确到 mg 单位, 计算出与之前称取质量的百分比即为凝胶率。

$$X = \frac{m_2}{m_1} \times 100$$

其中: X, 凝胶率 (%)

$m_1$ , 试验前的质量 (mg)

$m_2$ , 试验后的质量 (mg)