

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——抗张特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 ^{a)} 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	CHF5	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 ^{b)}	——
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	JASO D611
	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	JASO D611
	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	JASO D611
		汽车用极薄壁型聚氯乙烯绝缘耐热低压电线	AVSSH	JASO D611
		汽车用极薄壁型聚氯乙烯绝缘耐热低压电线	IVSSH ^{b)}	——
	接地用	汽车用交联聚氯乙烯绝缘耐热接地低压电线	EBX	JASO D611
耐热 2	厚壁	汽车用交联聚乙烯绝缘耐热低压电线	AEX	JASO D611
	薄壁 2	汽车用极薄壁型交联聚乙烯绝缘耐热低压电线	AESSX	JASO D611
注： ^{a)} JIS C3406 中没有规定的结构。 ^{b)} 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℃ ^{a)}	85℃ ^{b)}	80℃ ^{a)}	80℃ ^{a)}	85℃ ^{b)}	80℃ ^{a)}	85℃ ^{b)}			80℃ ^{a)}
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		○	○	○	○	○	○	○	○		○
电性能 试验	导体电阻	○	○	○	○	○	○	○	○		○
	耐压试验	○	○	○	○	○	○	○	○		○
	火花试验	○	○	○	○	○	○	○	○		○
	绝缘电阻	○	○	○	○	○	○	○	○		○
绝缘拉伸试验		○	○	○	○	○	○	○	○		○
热变形试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
附着力试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
低温试 验	低温卷绕	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	低温冲击	○	○	○	○	○	○	○	○	—	
耐磨试 验	耐磨砂带试验	○	○	○	—	—	—	—	—	—	
	耐刮磨试验	—	○	○	○	○	○	○	○	—	
耐热试 验 1	耐热试验 1(A)	○	—	○	○	—	○	—	—	○	
	耐热试验 1(B)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	耐热试验 1(C)	—	—	—	—	—	—	—	○	—	
耐热试验 2		—	○	—	—	○	—	○	○	—	
热收缩试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
耐溶液 试验	涂抹试验	—	○	—	—	○	—	○	○	—	
	浸渍试验	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
耐电池液试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
标识试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
难燃性试验		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
交联度试验		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
○：适用；—：不适用											
注 ^{a)} 绝缘伸长率在 10000 小时确保 100%的连续耐热温度											
^{b)} 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℃ ^{a)}				100℃ ^{b)}	100℃	120℃ ^{a)}		
试验项目		AVX AVFX HEBX	AVSX AVXS	AVSSX	AVSSH	IVSSH	EBX	AEX		AESSX
结构试验		○	○	○	○	○	○	○		○
电性能 试验	导体电阻	○	○	○	○	○	○	○		○
	耐压试验	○	○	○	○	○	○	○		○
	火花试验	○	○	○	○	○	○	○		○
	绝缘电阻	○	○	○	○	○	○	○		○
绝缘拉伸试验		○	○	○	○	○	○	○		○
热变形试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
附着力试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
低 温 试 验	低温卷绕	○	○	○	○	○	○	○	○	
	低温冲击	○	○	○	○	○	—	○	○	
耐 磨 试 验	耐磨砂带试验	○	○	—	—	—	—	○	—	
	耐刮磨试验	—	○	○	○	○	—	○	○	
耐 热 试 验 1	耐热试验 1 (A)	—	—	—	—	—	—	—	—	
	耐热试验 1 (B)	○	○	○	○	○	○	○	○	
	耐热试验 1 (C)	○	○	○	—	—	○	○	○	
耐热试验 2		—	—	—	—	○	—	—	—	
热收缩试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
耐 溶 液 试验	涂抹试验	—	—	—	—	○	—	—	—	
	浸渍试验	○	○	○	○	○	○	○	○	
耐电池液试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
标识试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
难燃性试验		○	○	○	○	○	○	○	○	
交联度试验		○	○	○	—	—	○	○	○	
○：适用；—：不适用										
注 ^{a)} 绝缘伸长率在 10000 小时确保 100%的连续耐热温度										
^{b)} 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 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 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

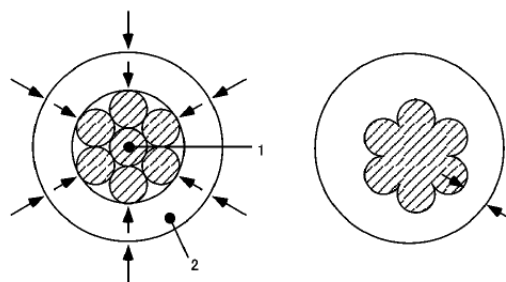
使用一个不导致试样变形的精度 $\pm 0.01 \text{ mm}$ 的尺寸测量仪器（如带刻度的放大镜）。

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。



1 导体
2 绝缘

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 $\pm 0.5\%$ 的电阻测量仪器和精度为 0.5% 的温度计。

6.2.1.3 步骤

用 $\pm 1 \text{ mm}$ 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 ($\text{m}\Omega$)

R_t : 测量时的导体电阻 ($m\Omega$)
 L : 不涂锡部分的导体长度 (m)
 t : 测量时导体温度 ($^{\circ}C$)
 α : 20 $^{\circ}C$ 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 $^{\circ}C$ 时的电导率为 100% 的铜的温度系数。
注 2: 0.00400 表示温度 20 $^{\circ}C$ 时的电导率为 58% 的铝的温度系数。

6.2.2 耐电压试验

6.2.2.1 试样

从电线取长度 350 mm 以上的样品, 剥云两端大约 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 mm² 的情况: 3 kV(有效值)
- 导体标称截面 0.5 mm² 以上的情况: 5 kV(有效值)

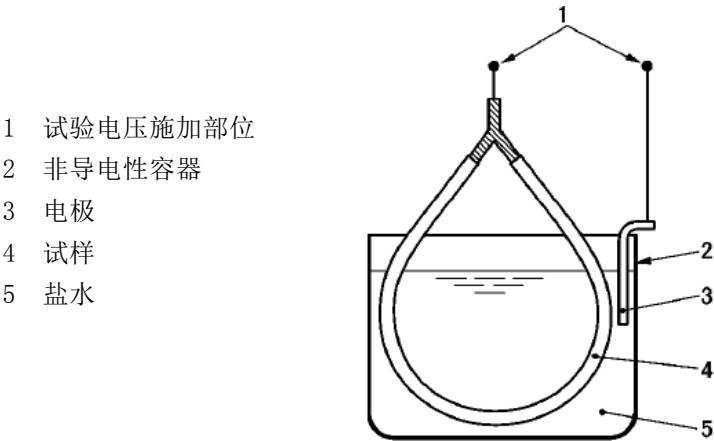


图 2 耐电压试验装置

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 mm ²	施加电压(rms) kV
<0.5	3
≥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 $70 \pm 2^\circ\text{C}$ 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 由下面公司进行计算：

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

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 (Ω)

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

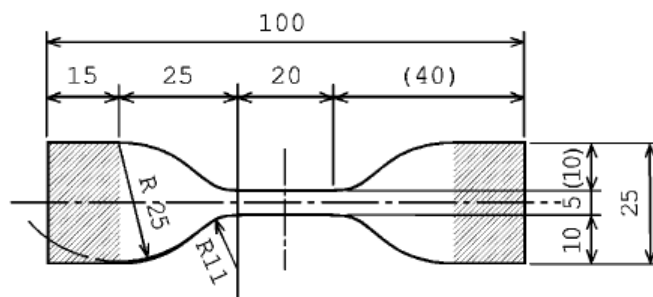
样品的形状，绝缘内径小于 5 mm 的，采用原样的管状试样，其余的采用哑铃形试样。调整方法如下。

——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, 根据下一式算出

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

式中 a: 断面积 (mm²)
D: 电线径最小值 (mm)
d: 导体外径平均值 (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 ±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 mm/min 或者 500 mm/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 δ: 抗张强度 (MPa)
F: 拉拔力 (N)
A: 试样的断面积 (mm²)

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

式中 ε: 伸长率 (%)
l₁: 断裂时标志线间距离 (mm)
l₀: 试验前标志线间距离 (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。

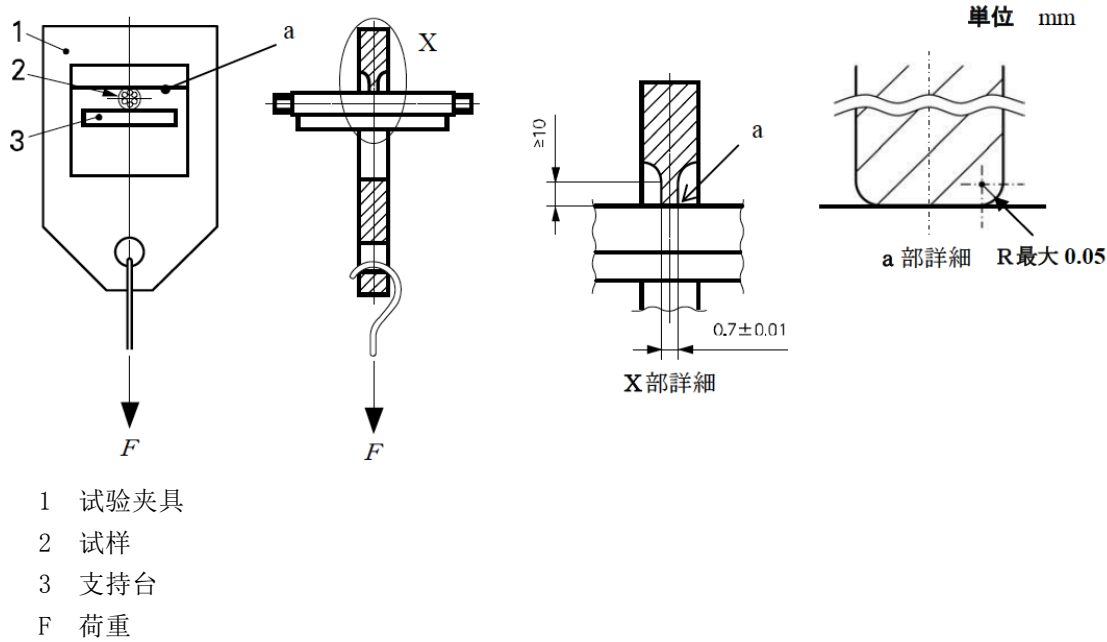


图 4 热变形试验装置

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 ℃	试验温度 ℃
80	80±2
85	85±2
100	100±2
120	120±3

然后，在 10s 内将试样浸入冷水中冷却 10s。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 mm² 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 25mm 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摩擦。

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。

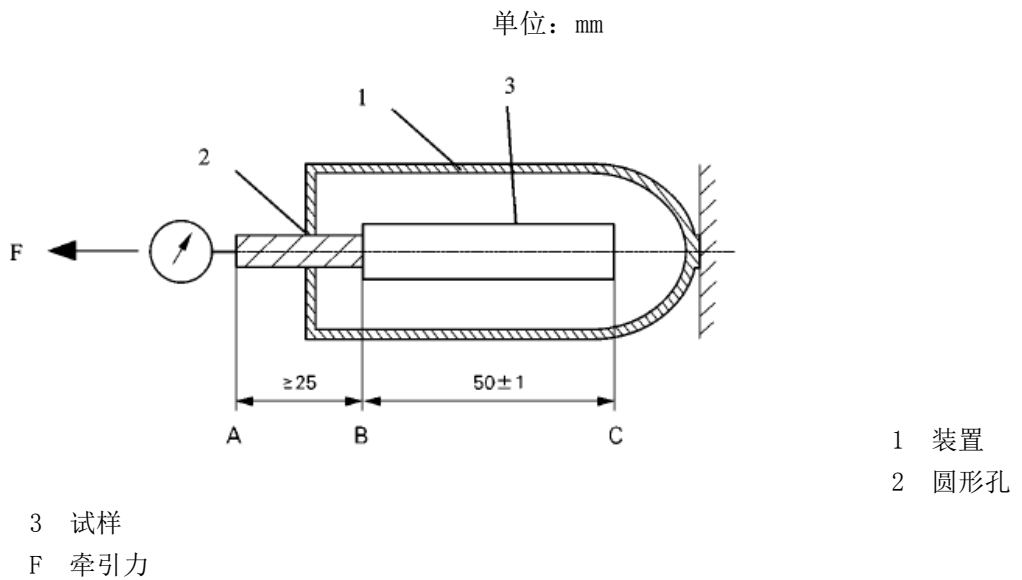


图 5 附着力试验装置

6.6 低温试验

6.6.1 卷绕试验

6.6.1.1 试样

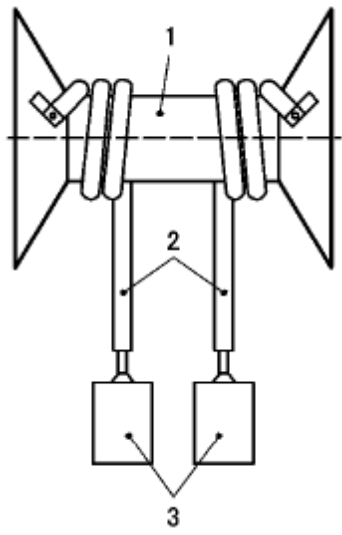
从电线上取 2 个 600 mm 长试样，两端剥去 25 mm 绝缘。

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 ²)	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

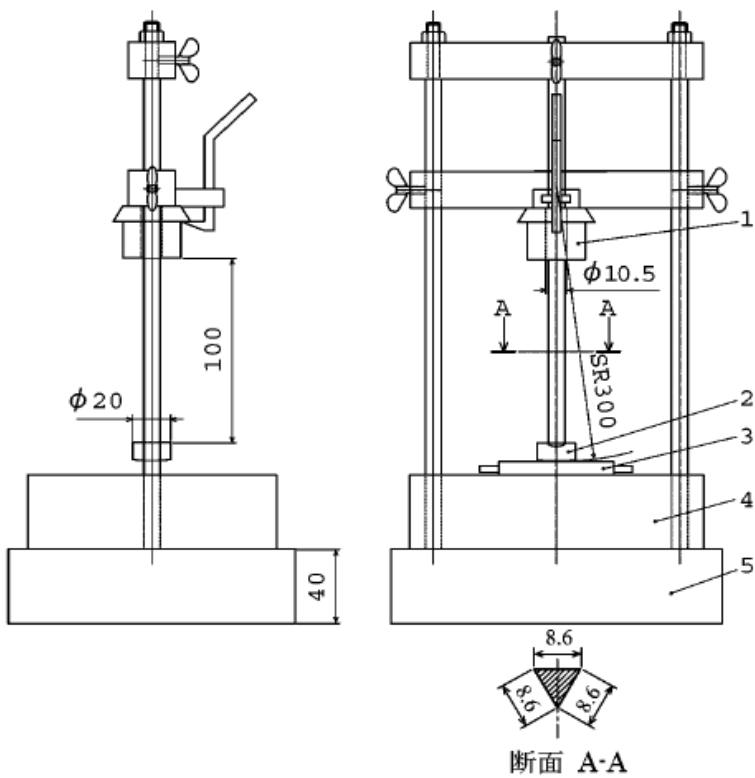
用低温箱和图 7 所示的装置。重锤的质量按表 5。

6.6.2.4 步骤

把低温箱温度设为 (−15 ± 2)℃，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 mm ²	重锤质量 g		
	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 ± 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，以使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 ± 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。

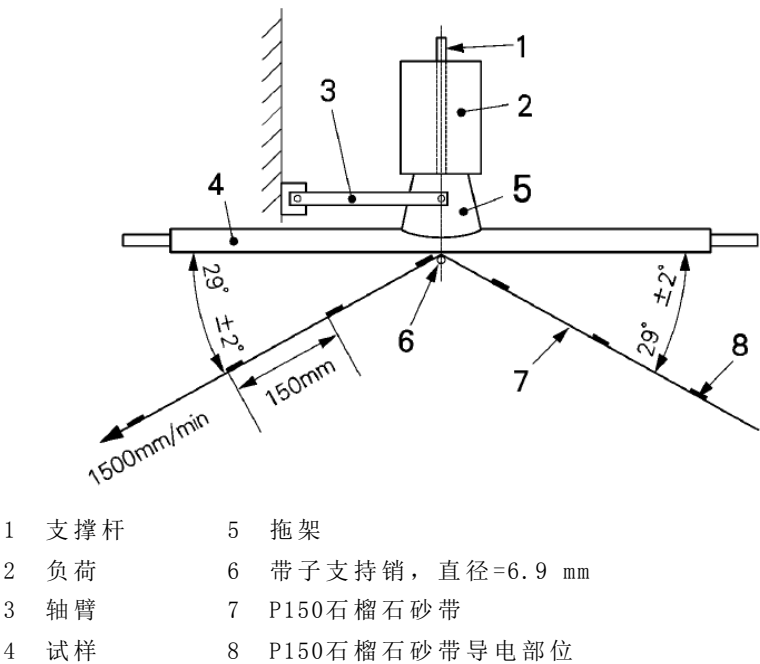


图 8 拖磨试验装置

表 8 耐磨试验施加重物质量

导体标称截面积 (mm ²)	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：

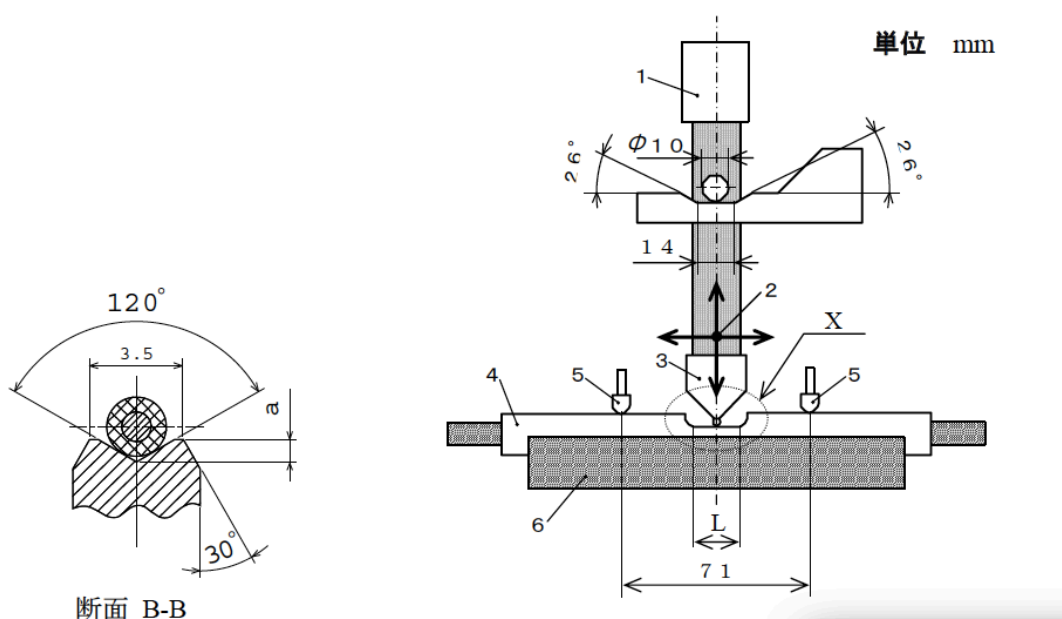
- 刮针的直径： (0.45 ± 0.01) mm

- 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/mm²)。
- 装置的稳定性：装置应足够稳定，从而不影响结果。

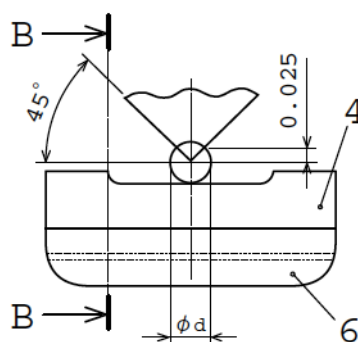
6.7.2.3 步骤

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



X 部詳細

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。

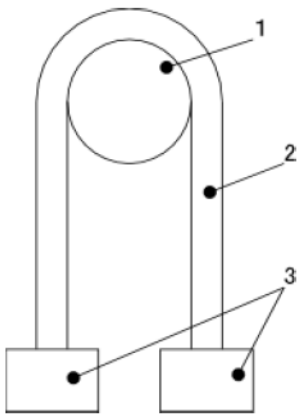
6.8.1.2 装置

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 $(120 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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 ²)	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 mm ²	电线类型					
	耐热 1 型电线			耐热 2 型电线		
	温度 (℃)	加热时间 (h)	芯轴直径 (mm)	温度 (℃)	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 mm² 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)℃ 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)℃ 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 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)℃ 老化箱

6.10.3 步骤

试验前，在室温下用精度 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 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，让液体从试样上自由低落。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% 乙烯基乙二醇 + 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%H ₂ SO ₄ +85%H ₂ O, 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 (°C)	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^3 和尺寸 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 的装置，以及装有温度（ 50 ± 3 ） $^{\circ}\text{C}$ 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 ± 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）的长度调整了到大约 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 30s，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。

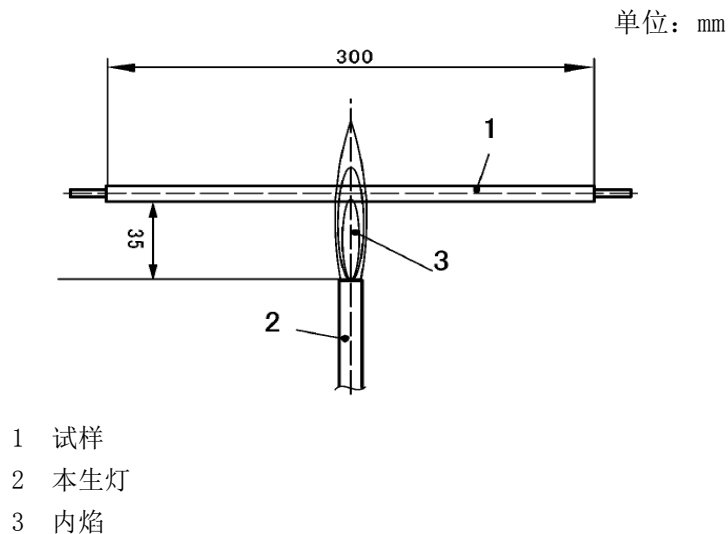


图 11 难燃性试验

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 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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 $(120 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温油浴、温度为 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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 $(120 \pm 2)^\circ\text{C}$ 恒温油浴中 24h，取出试样放入 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 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)