

汽车标准

汽车用耐热低压电缆

1. 范围

本标准针对汽车使用的耐热低压电缆（以下称为电缆）而制定。

备注 本标准所引用的标准如下所示：

- JIS B 7502 外径千分尺
- JIS B 7503 百分表
- JIS B 7507 游标卡尺
- JIS C 3005 橡胶塑料绝缘电缆实验方法
- JIS C 3102 电气用软铜线
- JIS C 3152 镀锡软铜线
- JIS K 2203 灯油
- JIS K 2215 内燃机用润滑油
- JIS K 6301 硫化橡胶物理实验方法
- JIS R 6251 砂布
- JIS Z 8721 基于三属性的颜色表示方法
- JASO D 607 端子线（Wire harness）颜色

2. 种类及其代号

电缆种类及其代号，如表 1 所述：

表 1 电缆种类及其记号

种类	代号	耐热温度
汽车用聚乙烯（Cross linked polyethylene）耐热低压电缆	AEX	120
汽车用乙烯树脂（Cross linked vinyl）耐热低压电缆	AVX	100

注：记号中的 A、EX、VX 表示以下意义：

- A：汽车用低压电缆
- EX：聚乙烯混合物（以下称为聚乙烯）
- VX：乙烯树脂混合物（以下称为乙烯树脂）

3. 性能

电缆在按照第五章进行试验时要达到表 2 所示性能：

表 2 性能

项目	性能		试验项目
	AEX	AVX	
导线电阻	表 3 所示值以下		5.2
耐压性	电弧（Spark）	承受 5000V 电压 0.15s 以上	5.3（1）
	水中	承受 1000V 电压 1min	5.3（2）
绝缘电阻	单位体积固定电阻在 $10^9 \Omega \cdot \text{mm}$ 以上		5.4
绝缘层	拉伸强度	10.3MPa 以上	5.5
	延长量	150% 以上	
耐油性	在 50℃ 的油中浸泡 20h，弯曲后能承受 1000V 电压 1min		5.6

表 2 性能 (续)

耐热性 1	保持 150℃加热 240h, 弯曲后 能承受 1000V 电压 1min	保持 120℃加热 168h, 弯曲后 能承受 1000V 电压 1min	5.7 (1)
耐热性 2	以自身直径卷成的材料经过 200℃加热 30min 后, 绝缘层不应 发生开裂及熔融现象		5.7 (2)
低温性	冷却到-45℃3h 后, 卷 3 卷后恢复原状, 此时应能承受 1000V 电压 1min		5.8
阻燃性	在火中燃烧 10s 后取出, 电缆 上的火焰应在 30s 内熄灭	在火中燃烧 15s 后取出, 电缆 上的火焰应在 15s 内熄灭	5.9
热收缩性	保持 150℃加热 15min, 收缩率应在 4% 以下		5.10
耐磨性	满足所规定的最小磨损性能		5.11
聚合性	凝化 (Gel) 率在 50% 以上	凝化 (Gel) 率在 40% 以上	5.12

4. 结构、材料及其绝缘层颜色

4.1 结构

电缆结构如表 3 所示:

表 3 结构

名称	导线			绝缘层 厚度	外径		电阻率	
	裸线数量/单 裸线直径	横截面面积	导线外径		标准	最大	无镀层	含镀层
0.5f	20/0.18	0.5087	1.0	0.5	2.0	2.2	36.7	38.6
0.5	7/0.32	0.5629	1.0	0.5	2.0	2.2	32.7	34.6
0.75f	30/0.18	0.7630	1.1	0.5	2.2	2.4	24.4	25.8
0.85	11/0.32	0.8846	1.2	0.5	2.2	2.4	20.8	22.0
1.25f	50/0.18	1.273	1.5	0.6	2.7	2.9	14.7	15.5
1.25	16/0.32	1.287	1.5	0.6	2.7	2.9	14.3	15.1
2	26/0.32	2.091	1.9	0.6	3.1	3.4	8.81	9.30
3	41/0.32	3.297	2.4	0.7	3.8	4.1	5.59	5.90
5	65/0.32	5.228	3.0	0.8	4.6	4.9	3.52	3.72
8	50/0.45	7.952	3.7	0.8	5.3	5.6	2.32	2.45

注: 名称中的 f 表示软线 (Flexible)

4.2 导线

电缆导线使用符合 JIS C 3102 或 JIS C 3152 规定的软铜线, 如表 3 所述。

4.3 绝缘层

电缆绝缘层使用聚乙烯或乙烯树脂, 覆盖在导线上, 且符合 4.2 规定与导线中心同心。

另外, 绝缘层的平均厚度在表 3 所示值的 90% 以上, 且最小厚度必须在表 3 所示值的 80% 以上。

4.4 绝缘层颜色

电缆使用聚乙烯绝缘层时, 采用表 4 所示颜色; 使用乙烯树脂绝缘层时, 采用表 5 所示颜色。

颜色标准符合 JIS Z 8721 之规定。

表 4 聚乙烯 (AEX) 颜色

颜色	代号	颜色标准
黑	B	N2
白	W	10Y R9/1
红	R	7.5R P6/12
绿	G	10G7/8
黄	Y	7.5Y8.5/6
棕	Br	2.5Y R6/4
青	L	10B6/8

表 5 乙烯树脂 (AVX) 颜色

基色	标记色		黑	白	红	绿	黄	棕	青
	代号	标准							
黑	B	N2	◎	○	○	■	○	■	■
白	W	10Y R9/1	○	◎	○	○	■	■	○
红	R	7.5R P6/12	○	○	◎	○	○	■	○
绿	G	10G7/8	○	○	○	◎	○	■	○
黄	Y	7.5Y8.5/6	○	○	○	○	◎	■	○
棕	Br	2.5Y R6/4	■	○	○	■	■	◎	■
青	L	10B6/8	○	○	○	○	○	■	◎

注 1: 表中的◎、○、■表示以下意义:

◎: 标准色 (未做标记);

○: JASO D 607 规定的标记色;

■: 最好不使用。

注 2: 对于 2mm² 以上电缆, 限定使用基色 7 种、标记色 5 种 (W/R、B/W、B/Y、R/B、R/G) 共 12 色。

5. 试验

5.1 结构试验

结构试验按照附录之第二章规定方法进行。

5.2 导线电阻试验

导线电阻试验按照附录之第三章规定方法进行。

5.3 耐压性试验

耐压性试验按照以下规定方法进行:

1) 电弧试验

电弧试验按照附录之 4 (1) 规定方法进行。

2) 水中耐压性试验

水中耐压性试验按照附录之 4 (2) 规定方法进行。

5.4 绝缘电阻率试验

绝缘电阻率试验按照附录之第五章规定方法进行。

5.5 绝缘层拉伸强度试验

绝缘层拉伸强度试验按照附录之第六章规定方法进行。

5.6 耐油试验

按照附录之第七章规定方法进行。

5.7 耐热试验

1) 耐热试验 1

按照附录之 8 (1) 规定进行。

2) 耐热试验 2

按照附录之 8 (2) 规定进行。

5.8 低温试验

按照附录之第九章规定方法进行。

5.9 阻燃试验

按照附录之第十章规定方法进行。

5.10 热收缩试验

按照附录之第十一章规定方法进行。

5.11 耐磨试验

耐磨试验基于以下方法进行。

1) 磨损带法

按照附录之 12 (1) 规定方法进行。

2) 刀片 (Blade) 往复法

按照附录之 12 (2) 规定方法进行。

5.12 聚合性试验

按照附录之第十三章规定方法进行。

6. 包装

成品包装时, 每根电缆单独使用包装箱或成束包裹包装, 以在运输中不易受损的方法进行。

7. 成品名称

成品名称用种类、名称及其颜色表示, 亦可使用代号、名称及其颜色代号表示。

例: 汽车用乙烯树脂耐热低压电缆 0.85 黑

AVX 0.85 B

8. 表示

电缆包装上用不易去掉的方法标记以下事项:

- 1) 种类或代号;
- 2) 长度;
- 3) 质量;
- 4) 制造厂名称或代号;
- 5) 出厂日期。

附录 汽车用耐热低压电缆试验方法

1. 范围

本附录规定的方法针对标准本身规定的汽车用耐热低压电缆的试验。

2. 结构试验

2.1 测量仪器

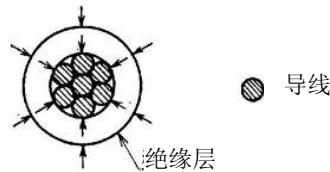
电缆直径及绝缘层厚度的测量使用 JIS B 7502 规定的 1 级外径千分尺或具有同等精度的仪器进行，也可使用符合 JIS B 7503 标准的百分表或符合 JIS B 7507 标准的游标卡尺（最小量程 0.05mm）等仪器进行测量。

2.2 电缆直径测量

在垂直于电缆轴线平面内直接测量两处⁽¹⁾以上的直径，以它们的平均值表示电缆直径。

注⁽¹⁾：附录图 1 所示测量点。

附录图 1 电缆测量点



2.3 绝缘层厚度测量

用 2.2 之方法测量绝缘层内外直径，绝缘层厚度以上述差值的 1/2 表示。最小厚度在目视最薄处测量，此处厚度可使用放大镜等测量厚度值。

3. 导线电阻试验

导线电阻试验使用惠斯登电桥（Wheatstone bridge）或其他适当方法测定，用下式换算为 20°C 时 1m 长度电缆的对应值：

$$R_{20} = \frac{R_t \times \alpha_t}{L}$$

此处， R_{20} ：20°C 时 1m 长度电缆的电阻值（mΩ/m）；

R_t ： t °C 下的测量值，但是，含引导线阻值时不包含引导线阻值；

α_t ： t °C 下的测量值与 20°C 的阻值的换算系数，即附录表 1 中的温度换算系数；

L ：长度。

附录表 1 电阻温度换算系数（标准温度 20°C）

温度	铜线	铝线	温度	铜线	铝线	温度	铜线	铝线
0	1.085	1.087	10	1.041	1.042	20	1.000	1.000
1	1.081	1.082	11	1.037	1.037	21	0.996	0.996
2	1.076	1.078	12	1.033	1.033	22	0.992	0.992
3	1.072	1.073	13	1.028	1.029	23	0.988	0.988
4	1.067	1.068	14	1.024	1.025	24	0.985	0.984
5	1.063	1.064	15	1.020	1.020	25	0.981	0.980
6	1.058	1.059	16	1.016	1.016	26	0.977	0.977
7	1.054	1.055	17	1.012	1.012	27	0.973	0.973
8	1.050	1.050	18	1.008	1.008	28	0.970	0.969
9	1.045	1.046	19	1.004	1.004	29	0.966	0.965

附录表 1 电阻温度换算系数（标准温度 20℃）（续）

温度	铜线	铝线	温度	铜线	铝线	温度	铜线	铝线
30	0.962	0.962	32	0.955	0.954	34	0.948	0.947
31	0.959	0.958	33	0.951	0.851	35	0.944	0.943

4. 耐压试验

耐压试验在进行 1) 的电弧试验后，进行 2) 的水中试验。

1) 电弧试验

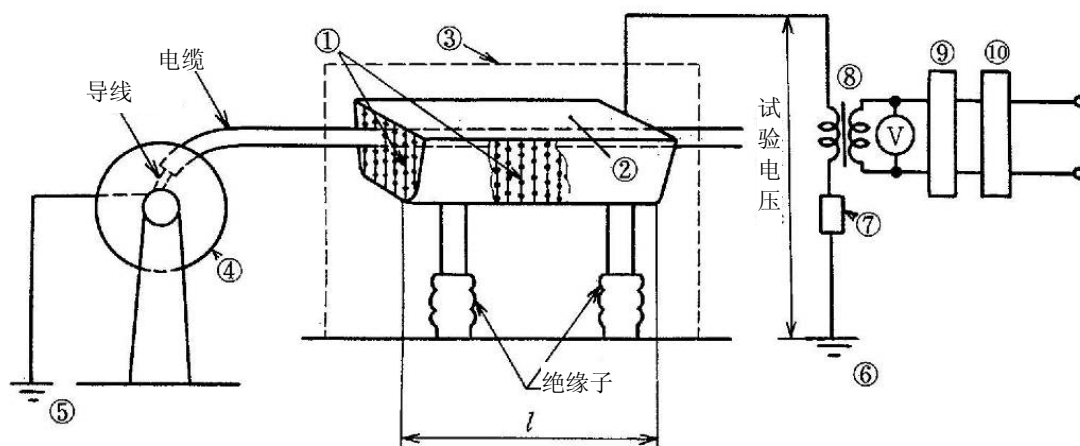
在空气中使用附录图 2 所示电弧测量仪进行试验。预先将试验导线接地，在导体与电极间施加频率为 50Hz 或 60Hz 的 5000V 正弦交流电压，持续 0.15s 以上，查看能否承受这样的高电压。

还有，附录图 2 中的电弧测量仪中的①是金属链状电极，电缆轴向金属链状电极之间的间距小于 12mm，电缆轴线垂直方向金属链状电极之间的间距小于 9mm。

另外，为使测量任何直径的电缆时电极均能充分接触电缆表面，金属链状电极的长度应和金属箱深度基本一致。

②是 U 字形或 V 字形金属箱，其上安装有金属链状电极部分宽度大于最大电缆直径 33mm，电缆以一定速度通过金属箱时，金属箱长度 (l) 必须保证电缆通过时间在 0.15s 以上。上述金属链也可用水电极代替。

附录图 2 电弧测量仪的大致结构及其接线图

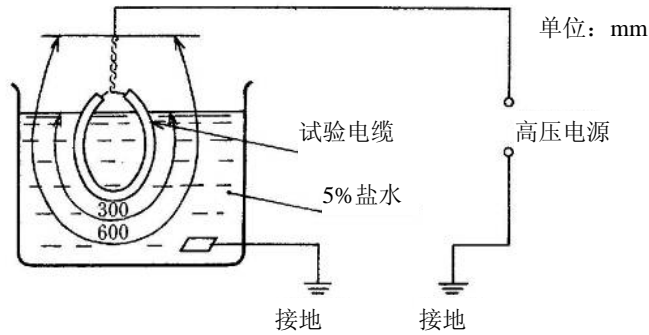


- ①电极 ②电极箱 ③保护箱 ④卷筒 ⑤接地线 ⑥变压器接地线
⑦绝缘不良检出装置 ⑧试验用变压器 ⑨电压调节器 ⑩电流熔断器

2) 水中耐压试验

切割约 600mm 长试验电缆，并去掉两端 25mm 长的绝缘层，将两端绞合在一起，如附录图 3 所示，将试验电缆中部 300mm 浸泡在 5% 的盐水中。保持此状态 5h 之后，在导线与大地之间施加频率为 50Hz 或 60Hz 的正弦交流电压，电压缓慢上升到 1000V 后，查看能否承受这样的高电压持续 1min。

附录图 3 水中耐压试验（例）



5. 绝缘电阻试验

用约 5m 长成品电缆进行试验，除电缆两端约 250mm 之外的部分在 $70 \pm 2^\circ\text{C}$ 的水中浸泡 2h。在此之后，在导线与接地的水中施加 100V 以上的直流电压 1min，断电后，用直偏法或绝缘电阻计测定绝缘电阻（以 JIS C 3005 规定的试验方法为准）。由上述测定值即可由下式计算单位体积的固定电阻：

$$Q_0 = 2.725 \frac{lR}{\log(D/d)}$$

其中， Q_0 ：绝缘层单位体积的固定电阻；

l ：水中电缆长度；

R ：测得的绝缘电阻；

D ：附录 2.2 之方法测量的绝缘层外径；

d ：附录 2.2 之方法测量的导线外径。

6. 绝缘层拉伸试验

6.1 试验片的准备

按以下方法准备试验片：

1) 试验片的采集

最少需要采集 3 片试验片。在不能或不便于从成品电缆采集试验片的情况下，用同样品质的聚合物（Compound）制成 1~3mm 厚薄片，在常温下放置 5h 以上后可以作为试验材料。

2) 试验片的形状和调制

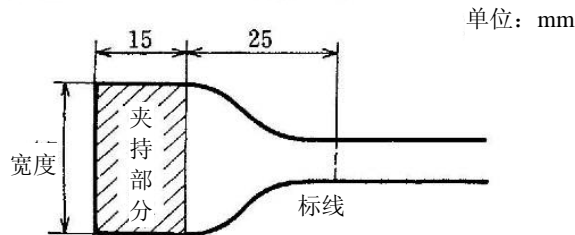
绝缘层内径不足 5mm 时，试验片保持绝缘层的管状形状即可，其它情况下，试验片应为通常的哑铃状。

管状试验片长度约 150mm，在中间部分以 50mm 间隔印上标线。

哑铃状试验片要用适当方法除去表面不平的部分，使其表面平整。试验片厚度尽量保持原有厚度，在原有厚度超过 3mm 时，将试验片制成约 3mm 的厚度。

哑铃状试验片按照 JIS K 6301 之 3.2.2 的规定制成哑铃状 3 号形或 4 号形。但附录图 4 所示的夹持部分宽度不得小于 7mm。

附录图 4 哑铃状试验片的夹持部分



3) 横截面积计算

a) 管状试验片

管状试验片的绝缘层外径最少要在 5 处测量，将最小测量值与标准导线外径按下式计算即可得出横截面积：

$$\text{横截面积 (mm}^2\text{)} = \frac{\pi}{4} \left[(\text{绝缘层外径 mm})^2 - (\text{标准导线外径 mm})^2 \right]$$

b) 哑铃状试验片

哑铃状试验片用外径千分尺或百分表测量至少 5 处的厚度，将最小值与平行部分的宽度（使用宽度一致的中间部分的宽度）相乘计算得出横截面积。

6.2 试验条件

试验在 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 的室温下进行，务必记录试验时的室温。

试验片必须在室温条件下放置 1h 以上。

试验仪器使用拉伸试验机，仪器负载应在试验片破坏负载的 15% 以上、85% 以下。试验机负载示值误差一般应修正在 $\pm 2\%$ 以内。

6.3 试验方法

为不使试验片在试验中发生歪斜及其他情况，要确定拉锁的正确安装。以大约 200mm/min 或大约 500mm/min 的速度拉伸试验片，测定其断裂时的负载和标线间的长度。

7. 耐油试验

切割约 600mm 长的电缆材料，如附录图 5 所示除两端留下 40mm 之外的部分全部浸泡在 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 的试验油中 20h，取出后自然冷却至常温，将电缆卷在附录表 2 所示的圆筒上，按附录 4（2）进行水中耐压试验。

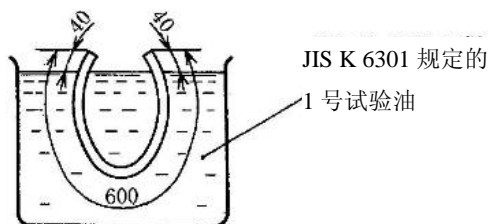
试验油必须符合 JIS K 6301 中的 1 号试验用油之规定。

附录表 2

名称	圆筒直径
0.5f~1.25	75
2~8	100

附录图 5 耐油试验（例）

单位: mm



8. 耐热试验

耐热试验按以下进行：

1) 耐热试验 1

切割适当长度的成品电缆，在恒温槽中按附录表 3 之规定温度、规定时间加热后自然冷却至常温，在符合附录表 3 规定的圆筒上卷 3 卷，查看绝缘层表面的开裂等现象。

另外，对此还需进行附录 4（2）的水中耐压试验。

附录表 3 耐热试验 1

种类 条件 \ 名称	AEX				AVX			
	0.5f~1.25	2~3	5	8	0.5f~1.25	2~3	5	8
温度	150				120			
时间	240				168			
圆筒外径	12.5	20	25	30	12.5	20	25	30

2) 耐热试验 2

切割适当长度的成品电缆，以电缆外径相等直径卷 6 卷，在 200℃的恒温槽中加热 30min 后自然冷却至常温，查看绝缘层表面的开裂等现象。

9. 低温试验

切割适当长度电缆，放置在-45±2℃的低温槽中 3h，在低温槽内在符合附录表 3 规定直径的圆筒上卷 3 卷，然后恢复原状再从低温槽中取出，最后进行附录 4（2）所规定的水中耐压试验。

10. 阻燃试验

10.1 试验装置

阻燃试验使用以下试验装置进行：

1) 试验箱

铁制试验箱高约 610mm、宽约 310mm、长约 360mm，侧面及背面有覆盖物覆盖。

2) 试验材料支持台

水平支持试验电缆的金属台。

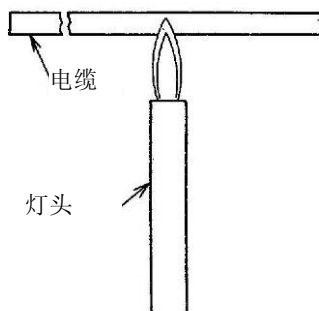
3) 本生灯（Bunsen burner）

使用口径约 10mm 的本生灯，调整该灯使其还原焰长度为 35mm。

10.2 试验方法

如附录图 6 所示，水平支持约 300mm 的试验电缆，将还原焰前端放置在试验电缆中央，AEX 保持 10s、AVX 保持 15s 之后移开，查看从本生灯火焰离开试验电缆到试验电缆的火焰熄灭的时间。

附录图 6 阻燃试验



11. 热收缩试验

取约 200mm 长度的试验电缆，测量室温 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时的实际长度。

将试验电缆水平放置于 $150\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的对流空气中 15min，其后将试验电缆自然冷却至室温，测量此时的电缆长度并计算收缩率，同时查看有无绝缘层的破裂等。

12. 耐磨试验

按以下方法进行：

1) 磨损带法

切割约 900mm 长的试验电缆，在室温 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时使用 JIS R 6251 规定的 150 组 G 磨损带。按照附录图 7 所示的方法固定试验电缆，按照附录表 4 加载负荷后以 1500mm/min 的速度移动磨损带，直至电缆导线与磨损带接触，此时读取磨损带的长度。

在一个地方测量之后，将电缆移动 25mm，顺时针方向回转 90° 后固定，再进行上述试验。在同一电缆上进行 8 次测量后，求其平均值。将 8 个测量值中小于平均值的测量值再取平均，此值即为**磨损阻抗**。

附录表 4

名称	最小 磨损阻抗	负载质量
0.5f 和 0.5	457	450
0.75f 和 0.85	535	450
1.25f 和 1.25	560	450
2	305	1350
3	410	1350
5	510	1350
8	635	1350

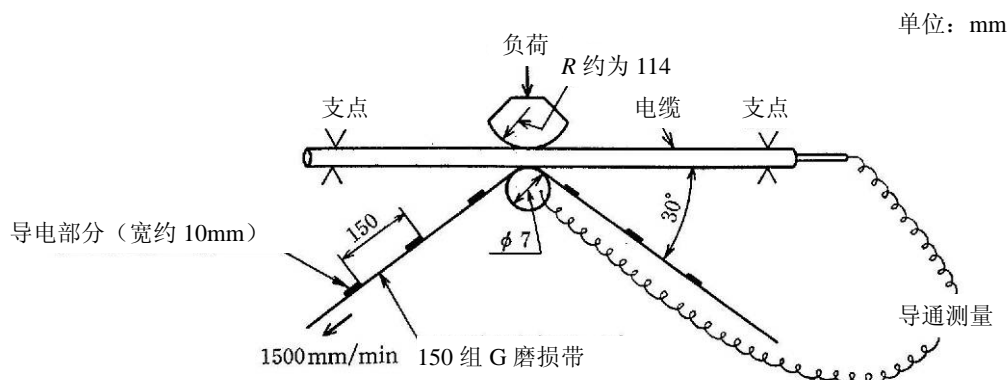
2) 刀片往复法

使用附录图 8 所表示的试验机，在室温 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 下试验。台上固定约 750mm 长的试验电缆，刀片在电缆绝缘层表面沿电缆轴线方向进行单程移动距离大于 10mm 的往复运动。刀片以每分钟 50 至 60 次的速度往复运动以磨损电缆，直至刀片与导线接触，测量往复运动次数。

下次试验时，将电缆移动 100mm，顺时针方向回转 90° ，重新进行上述试验。此试验在一根电缆上要进行 4 次，测得的最小值就是**磨损阻抗**。

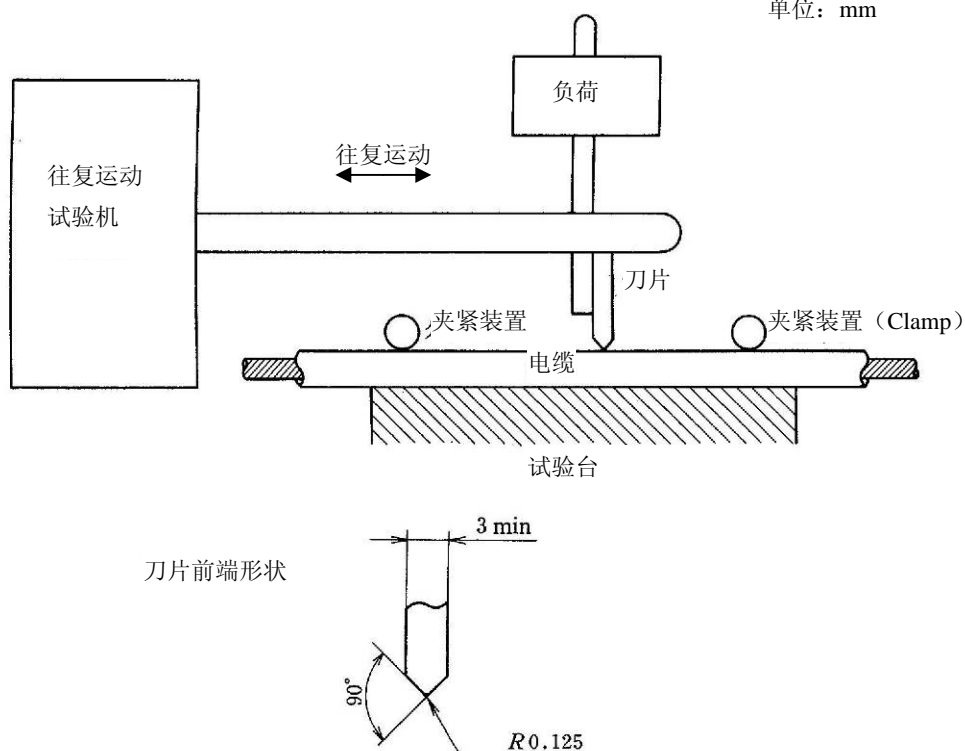
另外，刀片作用力、刀片前端材质、表面状态以及最小摩擦抵抗等由试验方自行商议。

附录图 7 耐磨试验（例）



附录图 8 刀片往复法试验（例）

单位：mm



注：使用半径均匀的针作为刀片前端较好。

13. 聚合性试验

聚合性试验针对不同的绝缘层种类采用以下方法进行：

1) AEX 的凝化率

精确称取 0.1g 绝缘层材料。将其放入试管并加入 20mL 二甲苯，将试管放入 120℃ 的恒温油槽中加热 24h。加热后取出试验材料，置于 100℃ 的干燥器内进行 6h 干燥，此后将其自然冷却至常温，称其质量。相对于试验前的质量百分比即为凝化率。

2) AVX 的凝化率

精确称取 0.5g 绝缘层材料。使用四氢呋喃（Tetrahydrofuran, THF）在索氏萃取器（Soxhlet）中进行 18h 的萃取。然后将试验材料置于 100℃ 的干燥器内进行 3h 干燥，此后将其自然冷却至常温，称其质量。相对于试验前的质量百分比即为凝化率。