

# 中华人民共和国国家标准

## 额定电压 35 kV 及以下铜芯、铝芯 塑料绝缘电力电缆 第 1 部分：一般规定

GB 12706.1—91

Copper or aluminium conductor extruded plastic  
insulated power cables with rated voltages up to 35 kV  
Part 1: General

本标准等效采用国际标准 IEC 502(1983)《额定电压 1 kV~30 kV 塑料挤包绝缘电力电缆》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了额定电压 35 kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆的材料、技术要求、验收规则、包装及贮运。

本标准适用于交流额定电压 35 kV 及以下铜芯或铝芯聚氯乙烯、聚乙烯或交联聚乙烯绝缘塑料护套电力电缆。

本标准必须与 GB 12706.2, GB 12706.3 等一起使用。

电缆的额定电压应适合于使用电缆的系统的运行状况,用  $U_0/U(U_m)$  表示,均为有效值,单位为 kV。

$U_0$ ——电缆设计用的导体与屏蔽或金属套之间的额定工频电压;

$U$ ——电缆设计用的导体之间的额定工频电压;

$U_m$ ——设备最高电压(使用设备的系统最高电压的最大值)。

三相系统用电缆的额定电压如表 1 规定。

表 1

kV

| $U$ | $U_m$ | $U_0$   |         |
|-----|-------|---------|---------|
|     |       | 第 1 类电缆 | 第 2 类电缆 |
| 1   | —     | 0.6     | 0.6     |
| 3   | 3.6   | 1.8     | 3.6     |
| 6   | 7.2   | 3.6     | 6       |
| 10  | 12    | 6       | 8.7     |
| 15  | 17.5  | 8.7     | 12      |
| 20  | 24    | 12      | 18      |
| 35  | 42    | 21      | 26      |

注:  $U_0$  按系统接地故障持续时间不同分为两类,具体分类如下:

第 1 类电缆——用于单相接地故障时间每一次一般不大于 1 min 的系统,亦可用于最长不超过 8 h,每年累计不超过 125 h 的系统。

第 2 类电缆——用于接地故障时间更长的系统,对电缆绝缘性能要求较高的场合,也应采用第 2 类。

国家技术监督局 1991-01-19 批准

1991-10-01 实施

## 2 引用标准

- GB 2951.19 电线电缆 燃烧试验方法  
 GB 2951.23 电线电缆 弯曲试验方法  
 GB 2952.1 电缆外护套 第一部分:总则  
 GB 2952.2 电缆外护套 第二部分:金属套电缆通用外护套  
 GB 2952.3 电缆外护套 第三部分:非金属电缆通用外护套  
 GB 2952.4 电缆外护套 第四部分:铅套充油电缆特种外护套  
 GB 3953 电工圆铜线  
 GB 3955 电工圆铝线  
 GB 3957 电力电缆铜、铝导电线芯  
 GB 4005 电线电缆交货盘  
 GB 6995.3 电线电缆识别标志 第三部分:电线电缆识别标志  
 GB 6995.5 电线电缆识别标志 第五部分:电力电缆绝缘线芯识别标志  
 GB 8170 数值修约规则  
 GB 12706.2 额定电压 35 kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆 第 2 部分: 聚氯乙烯绝缘电力电缆  
 GB 12706.3 额定电压 35 kV 及以下铜芯、铝芯塑料绝缘电力电缆 第 3 部分: 交联聚乙烯绝缘电力电缆

## 3 术语

### 3.1 标称值

制造时必须保证的规定值,且都有规定公差。

### 3.2 假设直径

为确定电缆护层各组成部分的厚度而规定的数值。

### 3.3 近似值

是既不要保证又不要检查的数值,为计算其它尺寸时所采用。

### 3.4 测量值

用规定方法测量或试验所获得的数值。

## 4 产品命名和代号

### 4.1 代号

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 铜导体 .....                     | (T)省略        |
| 铝导体 .....                     | L            |
| 聚氯乙烯绝缘或护套 <sup>1)</sup> ..... | V            |
| 聚乙烯绝缘或护套 .....                | Y            |
| 交联聚乙烯绝缘 .....                 | YJ           |
| 外护层代号 .....                   | 按 GB 2952 规定 |

注: 1) 有外护层的电缆,代号表示内衬层。

### 4.2 产品表示方法

#### 4.2.1 产品用型号、规格(额定电压、芯数、标称截面)及标准编号表示。

#### 4.2.2 举例

- a. 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆,额定电压为 0.6/1 kV,三芯,标称截面 240 mm<sup>2</sup>,表

示为:

VV-0.6/1 3×240 GB 12706.2

b. 铝芯交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚乙烯护套电力电缆,额定电压为 21/35 kV,三芯,标称截面 150 mm<sup>2</sup>,表示为:

YJLV23-21/35 3×150 GB 12706.3

## 5 材料

### 5.1 导体

铜、铝应分别符合 GB 3953 及 GB 3955 规定。

### 5.2 绝缘

a. 聚氯乙烯绝缘料,代号 PVC-II,分为 A、B 两类:

A 类 用于  $U_0/U \leq 1.8/3$  kV 电缆

B 类 用于  $U_0/U > 1.8/3$  kV 电缆

b. 聚乙烯绝缘料,代号 PE。

c. 交联聚乙烯绝缘料,代号 XLPE。

### 5.3 护套

a. 聚氯乙烯护套料,分为 S1、S2 两类:

S1 类 代号 PVC-S1,用于正常运行导体最高额定温度为 70℃ 和 80℃ 的电缆。

S2 类 代号 PVC-S2,用于正常运行导体最高额定温度为 90℃ 的电缆。

b. 聚乙烯护套料,代号 PE-S,用于正常运行导体最高额定温度为 70℃ 和 80℃ 的电缆。

### 5.4 铠装钢带及钢丝

应符合 GB 2952 规定。

## 6 导体

6.1 导体应符合 GB 3957 的规定。

6.2 导体表面应光洁,无油污,无损伤屏蔽及绝缘的毛刺,锐边,以及凸起或断裂的单线。

6.3 截面为 1 000, 1 200 mm<sup>2</sup> 的导体应符合表 2 规定。

表 2

| 标称截面<br>mm <sup>2</sup> | 导体中单线最少根数 |    |      |    | 圆形绞合导体最小和最大外径<br>mm |      |      | 20℃ 时直流电阻, Ω/km<br>不大于 |
|-------------------------|-----------|----|------|----|---------------------|------|------|------------------------|
|                         | 非紧压圆形     |    | 紧压圆形 |    | 铜芯                  | 紧压铝芯 |      |                        |
|                         | 铜         | 铝  | 铜    | 铝  | 最大外径                | 最小外径 | 最大外径 | 铜铝                     |
| 1 000                   | 91        | 91 | 53   | 53 | 42                  | 37.2 | 41   | 0.017 6 0.029 1        |
| 1 200                   | —         | —  | 53   | 53 | 46                  | 40.7 | 45   | 0.015 1 0.024 7        |

6.4 四芯电缆的截面有等截面和不等截面(3+1 芯)两种,不等截面的第四芯截面应符合表 3 规定。

表 3

mm<sup>2</sup>

| 主线芯 | 第四芯 | 主线芯 | 第四芯 | 主线芯 | 第四芯 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4   | 2.5 | 35  | 16  | 150 | 70  |
| 6   | 4   | 50  | 25  | 185 | 95  |
| 10  | 6   | 70  | 35  | 240 | 120 |
| 16  | 10  | 95  | 50  | 300 | 150 |
| 25  | 16  | 120 | 70  | 400 | 185 |

## 7 绝缘

7.1 应按 GB 12706.2 和 GB 12706.3 的规定选择绝缘料。

7.2 标称绝缘厚度应符合 GB 12706.2 和 GB 12706.3 的规定,绝缘厚度平均值应不小于规定的标称值,绝缘最薄点的厚度应不小于规定标称值的 90%—0.1 mm。

厚度测量结果应按 GB 8170 规定修约。

导体和绝缘外面的任何隔离层或半导体屏蔽层的厚度应不包括在绝缘厚度内。

7.3 绝缘线芯的识别标志应符合 GB 6995.5 的规定。

## 8 导体屏蔽与绝缘屏蔽

应按 GB 12706.2, GB 12706.3 的规定选择导体屏蔽与绝缘屏蔽。

## 9 缆芯、内衬层及填充物

9.1 各种具有铠装层,同心导体或金属屏蔽层的多芯电缆,在缆芯上一般应有一内衬层。

9.2 额定电压 0.6/1 kV 以上的非径向电场电缆的内衬层及填充应采用非吸湿材料。

9.3 额定电压 0.6/1 kV 以上,在缆芯上只有绕包金属屏蔽的径向电场电缆的内衬层应采用半导体材料,填充物亦可用半导体物。

9.4 既无铠装层,又无同心导体或绕包金属屏蔽层的 0.6/1 kV 多芯电缆,以及 1 kV 以上分相金属屏蔽电缆只要电缆外形圆整,且绝缘线芯与护套不粘连,可以省去内衬层。如缆芯中圆形绝缘线芯的导体截面不超过 10 mm<sup>2</sup>,其热塑性护套允许嵌入绝缘线芯间。假使仍加内衬层,其厚度可不按规定考核。

9.5 额定电压 0.6/1 kV 电缆只有当金属带标称厚度不超过 0.3 mm 时,金属带可直接绕包在缆芯上而省去内衬层,且成品电缆应符合第 16.3.16 条特殊弯曲试验要求。

9.6 内衬层和填充物应符合下述规定:

a. 内衬层可以挤包或绕包,非铠装电缆内衬层厚度应符合表 4 规定。铠装电缆内衬层厚度按第 11 章规定;

b. 圆形绝缘线芯电缆只有在各绝缘线芯间内用基本上成型的填芯填充时才允许采用绕包型内衬层;

c. 内衬层及填充物应与电缆的工作温度相适应,并对绝缘材料无有害影响;

d. 缆芯在挤包内衬层前允许采用合适的带子以间隙螺旋绕包扎紧;

表 4

mm

| 缆芯假设直径           | 内衬层厚度(近似值) |     |
|------------------|------------|-----|
|                  | 挤包型        | 绕包型 |
| $d \leq 25$      | 1.0        | 0.4 |
| $25 < d \leq 35$ | 1.2        | 0.4 |
| $35 < d \leq 40$ | 1.4        | 0.4 |
| $40 < d \leq 45$ | 1.4        | 0.6 |
| $45 < d \leq 60$ | 1.6        | 0.6 |
| $60 < d \leq 80$ | 1.8        | 0.6 |
| $d > 80$         | 2.0        | 0.6 |

e. 无金属屏蔽的单芯铠装电缆,在铠装层下应有挤包或绕包内衬层。

## 10 同心导体<sup>1)</sup>

注: 1) 在考虑中。

## 11 铠装

11.1 钢带与钢丝铠装结构尺寸应符合 GB 2952 规定。

11.2 应采用钢带铠装时,内衬层应采用包带层加强,绕包型内衬层与包带层的总厚度应符合 GB 2952 规定。

11.3 当金属屏蔽外有铠装时,在金属屏蔽上应挤包不透水的内衬层,也称隔离套。隔离套材料应符合 5.3 条规定,其厚度应符合 GB 2952.3 规定。

11.4 如采用隔离套或挤包内衬层,不必加包带垫层。挤包内衬层厚度应符合表 4 规定。

## 12 非金属外护套

12.1 应按 GB 12706.2, GB 12706.3 规定选择护套材料。

12.2 除非另有规定,电缆塑料护套标称厚度应符合 GB 2952 规定。

12.3 无铠装单芯电缆塑料护套标称厚度应按 GB 2952.3 规定计算,标称厚度允许小于 1.8 mm,但应不小于 1.4 mm。

12.4 直接挤包在单芯非铠装电缆光滑圆柱体表面如内护套或绝缘上的护套平均厚度应不小于规定的标称值。任一点的最小厚度应不小于标称值的 85%—0.1 mm。

## 13 试验条件

13.1 除非另有规定,电压试验的环境温度为  $20 \pm 15^\circ\text{C}$ ,其它项目试验的环境温度为  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

13.2 交流电压试验的频率为 49~61 Hz,电压波形基本上应是正弦波形。

13.3 冲击电压试验波形规定波首为 1~5  $\mu\text{s}$ ,波尾为 40~60  $\mu\text{s}$ 。

## 14 例行试验(试验类型代号 R)

### 14.1 导体直流电阻试验

14.1.1 导体直流电阻应符合 GB 3957 及表 2 的规定。

14.1.2 多芯电缆的导体直流电阻试验应在成盘电缆的所有导体上进行。

### 14.2 局部放电试验

14.2.1 额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 以上聚氯乙烯绝缘电缆和额定电压  $U_0$  为 1.8 kV 以上交联聚乙烯、聚乙烯绝缘电缆应进行局部放电试验。

14.2.2 多芯电缆的局部放电试验应在电缆的所有绝缘线芯上进行。

14.2.3 试验应在成盘电缆上进行。施加交流电压  $1.5 U_0$  时,聚氯乙烯绝缘电缆的放电量应不大于 40 pC。额定电压  $U_0$  为 18 kV 及以下的交联聚乙烯、聚乙烯绝缘电缆放电量应不大于 20 pC;额定电压  $U_0$  为 18 kV 以上的交联聚乙烯绝缘电缆放电量应不大于 10 pC。

### 14.3 交流电压试验

14.3.1 试验应在成盘电缆上进行。试验可采用交流电压,也可采用直流电压,电缆按 14.3.2 规定施加电压,持续 5 min,试验过程中绝缘应不发生击穿。

14.3.2 交流试验电压按下列规定确定:

额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 及以下电缆:

$$2.5 U_0 + 2 \text{ kV, kV};$$

额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 以上电缆:

$$2.5 U_0, \text{kV}.$$

对应各额定电压的单相试验电压值如表 5 规定。

表 5

kV

| 额定电压 $U_0$ | 0.6 | 1.8 | 3.6 | 6  | 8.7 | 12 | 18 | 21 | 26 |
|------------|-----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|
| 试验电压       | 3.5 | 6.5 | 11  | 15 | 22  | 30 | 45 | 53 | 65 |

若用三相变压器对三芯电缆进行试验时,相间试验电压应为表 5 规定值的 1.73 倍。采用直流电压试验时,其数值应为表 5 规定值的 2.4 倍。

## 15 抽样试验(试验类型代号 S)

### 15.1 抽样试验的频度

15.1.1 结构尺寸检查应在每批同一型号及规格电缆中的一根制造长度电缆上进行,其数量应不超过交货批长度数量的 10%。

15.1.2 交货批中多芯电缆总长度超过 2 km,单芯电缆总长度超过 4 km,可根据表 6 确定抽取的试样数。

表 6

| 电缆交货长度 $L$ , km  |                  | 试样数 |
|------------------|------------------|-----|
| 多芯电缆             | 单芯电缆             |     |
| $2 < L \leq 10$  | $4 < L \leq 20$  | 1   |
| $10 < L \leq 20$ | $20 < L \leq 40$ | 2   |
| $20 < L \leq 30$ | $40 < L \leq 60$ | 3   |
| 余类推              | 余类推              | 余类推 |

### 15.2 结构检查

15.2.1 导体结构应符合本标准第 6 章的规定。

15.2.2 绝缘厚度应符合本标准第 7 章的规定。

标称截面相等的 3 芯或 4 芯电缆,可取任意 3 个绝缘线芯进行检查。

15.2.3 铠装及非金属外护套结构尺寸应符合本标准第 11 及 12 章规定。

15.2.4 如果用户有要求,应提供电缆外径的实测数据。

### 15.3 4 h 交流电压试验

额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 以上电缆应进行 4 h 交流电压试验。

除终端外,成品电缆试样长度应不少于 5 m,按表 7 规定施加交流电压(试验电压为  $4U_0$ ),持续时间 4 h。试验过程中绝缘应不发生击穿。

表 7

kV

|            |     |     |      |    |      |    |    |    |     |
|------------|-----|-----|------|----|------|----|----|----|-----|
| 额定电压 $U_0$ | 0.6 | 1.8 | 3.6  | 6  | 8.7  | 12 | 18 | 21 | 26  |
| 试验电压       | 2.4 | 7.2 | 14.4 | 24 | 34.8 | 48 | 72 | 84 | 104 |

### 15.4 热延伸试验

交联聚乙烯绝缘应进行热延伸试验。试验条件及要求符合表 16 的规定。

## 16 型式试验(试验类型代号 T)

16.1 额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 以上聚氯乙烯绝缘电缆和额定电压  $U_0$  为 1.8 kV 以上交联聚乙烯、聚乙烯绝缘电缆的电气性能试验。

### 16.1.1 试样

16.1.1.1 试样为一段成品电缆。除附件外,试样长度为 10~15 m。

16.1.1.2 除第 16.1.3 条规定外,所有第 16.1.2 条规定的试验应依次在同一试样上进行。

16.1.1.3 多芯电缆的每项试验或测量应在所有的绝缘线芯上进行。

### 16.1.2 试验顺序

正常试验顺序规定如下:

- a. 局部放电试验;
- b. 弯曲试验后的局部放电试验;
- c.  $\text{tg}\delta$  与电压关系试验;
- d.  $\text{tg}\delta$  与温度关系试验;
- e. 热循环试验后的局部放电试验;
- f. 冲击电压试验及交流电压试验;
- g. 4 h 交流高电压试验。

### 16.1.3 特殊规定

16.1.3.1 试验项目 c 和 d 可以不在用作第 16.1.2 条所规定正常试验程序的试样上进行,可以另取试样进行试验。

16.1.3.2 试验项目 g 可以另取试样,但试样应已预先进行过 b 和 e 两项试验。

16.1.3.3 额定电压  $U_0$  为 6 kV 以下的电缆,不需要进行 c 和 d 两项试验。额定电压  $U_0$  为 18 kV 以上电缆,不需进行 c 和 d 项试验,但需进行  $U_0$  下的  $\text{tg}\delta$  及电容测量。

### 16.1.4 局部放电试验

试验应在短段电缆试样上进行。施加交流电压  $1.5U_0$  时,聚氯乙烯绝缘电缆的放电量应不大于 40 pC。额定电压  $U_0$  为 18 kV 及以下的交联聚乙烯、聚乙烯绝缘电缆的放电量应不大于 20 pC,额定电压  $U_0$  为 18 kV 以上交联聚乙烯绝缘电缆放电量应不大于 5 pC。

### 16.1.5 弯曲试验后的局部放电试验

#### 16.1.5.1 弯曲试验

试验应在室温下,按 GB 2951.23 规定进行。

弯曲试验用圆柱体直径应按下列规定确定:

单芯电缆  $20(D+d) \pm 5\%$ , mm;  
多芯电缆  $15(D+d) \pm 5\%$ , mm。

式中:  $D$ ——试样的实际外径, mm;

$d$ ——试样导体的实际外径, mm。

对于非圆形截面导体电缆  $d=1.13\sqrt{S}$  mm,  $S$  为导体标称截面  $\text{mm}^2$ 。

#### 16.1.5.2 局部放电试验

试验应在经过弯曲试验后的试样上进行。试验结果应符合第 16.1.4 条的规定。

#### 16.1.6 $\text{tg}\delta$ 与电压关系试验

16.1.6.1 额定电压  $U_0$  为 6 kV 及以上, 18 kV 及以下电缆应进行  $\text{tg}\delta$  与电压关系试验。试验应在经过第 16.1.5.1 条规定的弯曲试验后的试样上进行, 在室温下分别在  $0.5 U_0$ 、 $U_0$  和  $2 U_0$  交流电压下测量试样的  $\text{tg}\delta$ 。试验结果应符合表 8 的规定。

表 8

| 试 验 项 目  | 聚氯乙烯绝缘<br>电 缆 | 交联聚乙烯<br>绝缘电缆 | 聚乙烯绝缘<br>电 缆 |
|--|---------------|---------------|--------------|
| $U_0$ 时 $\text{tg}\delta \times 10^{-4}$<br>不大于                      | 1 000         | 40            | 10           |
| $0.5 U_0$ 与 $2 U_0$ 之间 $\Delta\text{tg}\delta \times 10^{-4}$<br>不大于 | 65            | 20            | 20           |

16.1.6.2 额定电压  $U_0$  为 18 kV 以上的电缆, 不需进行  $\text{tg}\delta$  与电压关系试验, 应在  $90 \pm 5^\circ\text{C}$  时, 测量在  $U_0$  时试样的  $\text{tg}\delta$ ,  $\text{tg}\delta$  应不大于  $10 \times 10^{-4}$ 。

#### 16.1.7 $\text{tg}\delta$ 与温度关系试验

额定电压  $U_0$  为 6 kV 及以上, 18 kV 及以下电缆应进行  $\text{tg}\delta$  与温度关系试验。应分别在室温和规定的最高额定温度下用 2 kV 交流电压测量试样的  $\text{tg}\delta$ 。

采用 B 类聚氯乙烯绝缘的电缆, 试验温度应依次逐渐升高至  $60^\circ\text{C}$ ,  $70^\circ\text{C}$  (导体最高额定温度),  $80^\circ\text{C}$  和  $85^\circ\text{C}$ , 并在每一规定温度  $\pm 2^\circ\text{C}$  范围内保持 2 h 后测量  $\text{tg}\delta$  和电容。

试验结果应符合表 9 的规定。

表 9

| 试 验 项 目   | 聚氯乙烯绝缘<br>电 缆    | 交联聚乙烯<br>绝缘电缆 | 聚乙烯绝缘<br>电 缆 |
|---|------------------|---------------|--------------|
| 室温时 $\text{tg}\delta \times 10^{-4}$<br>不大于       | 1 000            | 40            | 10           |
| 电缆最高额定温度时 $\text{tg}\delta \times 10^{-4}$<br>不大于 | 见注 <sup>1)</sup> | 80            | 10           |

注: 1) 对采用 B 类绝缘的聚氯乙烯电缆, 相对介电系数和介质损耗角正切的乘积, 在环境温度到  $85^\circ\text{C}$  的温度范围内, 应不超过 0.75, 此外  $80^\circ\text{C}$  时  $\text{tg}\delta$  值应不超过  $60^\circ\text{C}$  的  $\text{tg}\delta$  值。

#### 16.1.8 热循环试验后局部放电试验

在经过上述正常顺序试验的电缆试样导体上通以加热电流, 使试样导体达到稳定的温度, 此温度应比电缆最高额定温度高  $10^\circ\text{C}$ 。多芯电缆试样的加热电流应通过所有的导体。

施加加热电流的时间应不少于 2 h, 接着在空气中自然冷却, 冷却的时间应不少于 4 h。如此循环重复三次, 随后进行局部放电试验, 试验结果应符合第 16.1.4 条的规定。

#### 16.1.9 冲击电压试验及交流电压试验

##### 16.1.9.1 冲击电压试验



将电缆试样加热,使试样导体温度比电缆最高额定温度高 5℃,接着按表 10 规定对电缆试样施加冲击电压,正负极性各 10 次,试样应不击穿。

表 10

kV

|            |     |    |     |     |     |     |     |
|------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 额定电压 $U_0$ | 3.6 | 6  | 8.7 | 12  | 18  | 21  | 26  |
| 试验电压       | 60  | 75 | 95  | 125 | 170 | 200 | 250 |

### 16.1.9.2 交流电压试验

试验应在经过冲击电压试验的试样上进行。

在室温下,按表 5 规定对电缆试样施加交流试验电压 15 min,电缆试样应不击穿。

### 16.1.10 4 h 交流高电压试验

按表 7 规定对电缆试样施加交流试验电压 4 h,电缆试样应不击穿。

16.2 额定电压  $U_0$  为 3.6 kV 及以下聚氯乙烯绝缘电缆和额定电压  $U_0$  为 1.8 kV 及以下交联聚乙烯、聚乙烯绝缘电缆的电气性能试验。

#### 16.2.1 试样

16.2.1.1 试样为一段成品电缆,试样长度为 10~15 m。

16.2.1.2 所有第 16.2.2 条规定的试验应依次在同一试样上进行。

16.2.1.3 试验的绝缘线芯数应不超过三芯。

#### 16.2.2 试验顺序

试验顺序规定如下:

- a. 室温下绝缘电阻试验;
- b. 最高额定温度下绝缘电阻试验;
- c. 4 h 交流高电压试验。

#### 16.2.3 绝缘电阻试验

##### 16.2.3.1 体积电阻率 $\rho$ 及绝缘电阻常数 $K_1$ 的计算

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln D/d} (\Omega \cdot \text{cm}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$K_1 = \frac{LR \times 10^{-11}}{\lg D/d} = 10^{-11} \times 0.367 \rho (\text{M}\Omega \cdot \text{km}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $R$ ——绝缘电阻测量值,  $\Omega$ ;

$L$ ——试样长度, cm;

$d$ ——绝缘内径, mm;

$D$ ——绝缘外径, mm。

注: 导体截面非圆形的绝缘线芯,其  $D/d$  比值是绝缘表面的周长与导体表面周长的比值。

##### 16.2.3.2 室温下绝缘电阻试验

试验应在未经过任何其它电气试验的试样上进行。试验前,去除所有外覆盖层,将绝缘线芯浸入室温水,时间应不少于 1 h,如有要求,试验应在  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  下进行。

试验时在导体与水间施加直流电压 80~500 V,施加电压时间应足够长以达到稳态后测量,即应在 1~5 min 间。

由绝缘电阻测量值按第 16.2.3.1 条公式进行计算,其结果应符合表 11 的规定。

##### 16.2.3.3 最高额定温度下绝缘电阻试验

试验前,去除所有外覆盖层将绝缘线芯试样浸入规定温度水中,时间应不少于 1 h。

试验时在导体与水间施加直流电压 80~500 V, 加压时间为 1~5 min。

由绝缘电阻测量值按第 16.2.3.1 条公式进行计算, 其结果应符合表 11 的规定。

表 11

| 序号 | 试验项目   |            | 聚氯乙烯绝缘电缆  |           | 交联聚乙烯绝缘电缆 |
|----|--|------------|-----------|-----------|-----------|
|    |  |            | A         | B         |           |
| 1  | 体积电阻率 $\rho, \Omega \cdot \text{cm}$         | 在 20℃ 最小   | $10^{13}$ | $10^{14}$ | —         |
|    |  | 在最高额定温度 最小 | $10^{10}$ | $10^{11}$ | $10^{12}$ |
| 2  | 绝缘电阻常数 $K_i, \text{M}\Omega \cdot \text{km}$ | 在 20℃ 最小   | 36.7      | 367       | —         |
|    |  | 在最高额定温度 最小 | 0.037     | 0.37      | 3.67      |

#### 16.2.4 4 h 交流高电压试验

试验前去除所有外包覆层, 将绝缘线芯浸入室温水, 浸水时间应不少于 1 h。

按表 7 规定对绝缘线芯试样施加交流试验电压 4 h, 试样应不击穿。

#### 16.3 机械物理性能试验

##### 16.3.1 老化前和老化后绝缘机械性能试验

试验条件和试验结果应符合表 12 的规定。

##### 16.3.2 老化前和老化后护套机械性能试验

试验条件和试验结果应符合表 13 的规定。

##### 16.3.3 成品电缆段的附加老化试验

为了检查运行中电缆绝缘及护套同电缆其它材料接触时有无促进老化的倾向。所有类型的电缆均应按以下程序进行成品电缆附加老化试验。

###### a. 试样制备

取 200 mm 长的成品电缆试样三段, 尽量靠近未老化的拉力试验用试样处取样;

###### b. 老化试验

试样应垂直悬挂在老化箱的中部, 彼此间距离应不小于 20 mm, 试样体积占老化箱的容积应不大于 2%。老化试验温度为电缆最高额定温度加 10℃ (温度偏差  $\pm 2^\circ\text{C}$ ) 试验持续时间为  $7 \times 24 \text{ h}$ ;

###### c. 老化后的机械性能试验

老化结束后, 立即从烘箱中取出电缆试样, 并放置于环境温度下至少 16 h, 避免日光直接照射。然后剥开三段电缆试样, 分别从电缆护套和每个绝缘线芯各取 2 个试片。

若试片需要削平或磨平到厚度不大于 2 mm 时, 磨削操作应尽可能不影响到试片在电缆中与不同类型材料接触的一面, 若试片与不同类型接触面的凸背必须磨平或削平时, 则应尽量少磨削掉一些, 以适度平整即可。

老化前和老化后绝缘及护套机械性能的试验条件和试验结果应符合表 12、表 13 的相应规定。

##### 16.3.4 PVC-S2 型聚氯乙烯护套失重试验

试验条件和试验结果应符合表 14 的规定。

##### 16.3.5 聚氯乙烯绝缘和护套高温压力试验

试验条件和试验结果应符合表 14 的规定。

##### 16.3.6 聚氯乙烯绝缘和护套低温性能试验

试验条件和试验结果应符合表 14 的规定。

##### 16.3.7 聚氯乙烯绝缘和护套抗开裂(热冲击)试验

试验条件和试验结果应符合表 14 的规定。

#### 16.3.8 B类聚氯乙烯绝缘热稳定试验

试验条件和试验结果应符合表 14 的规定。

#### 16.3.9 聚氯乙烯、聚乙烯、交联聚乙烯绝缘吸水试验

试验条件和试验结果应分别符合表 14、15、16 的相应规定。

#### 16.3.10 聚乙烯绝缘和护套熔体指数试验

试验结果应符合表 15 的规定。

#### 16.3.11 聚乙烯护套碳黑含量试验

试验结果应符合表 15 的规定。

#### 16.3.12 聚乙烯绝缘和交联聚乙烯绝缘收缩试验

试验条件和试验结果应分别符合表 15 和表 16 相应规定。

#### 16.3.13 交联聚乙烯绝缘热延伸试验

试验条件和试验结果应符合表 16 规定。

#### 16.3.14 半导体层剥离试验

可剥离半导体层应经受剥离试验。

取带有外半导体层的绝缘线芯 0.5 m,沿轴向将外半导体层平行切割成两条至绝缘层的深痕,间距 10 mm。用力拉已切割成条的外半导体层,力的方向应垂直于轴心,力的大小应不小于 8 N 且不大于 40 N,绝缘应不拉坏,且无半导体层残留在绝缘表面上。

#### 16.3.15 聚氯乙烯护套不延燃试验

试验条件和试验结果应符合 GB 2951.19 的规定。

#### 16.3.16 特殊弯曲试验

- a. 试验仅适用于第 9.5 条规定的电缆;
- b. 弯曲试验用圆柱体直径为 7 D, D 为电缆试样的实际外径;
- c. 将绕在圆柱体上的经过弯曲试验后的试样放入加热到电缆最高额定温度的烘箱中,保持 24 h;
- d. 从烘箱中取出电缆试样,冷却后按第 14.3 条的规定对处于弯曲形态下的电缆试样进行电压试验;
- e. 电缆试样应不发生击穿,外护套应无开裂。

#### 16.4 印刷标志耐擦试验

按 GB 6995.3 规定的试验方法和要求进行。

表 12 绝缘机械性能试验

| 序号  | 试验项目                       | PVC-II |      | XLPE | PE               |
|-----|----------------------------|--------|------|------|------------------|
|     |                            | A      | B    |      |                  |
|     | 导体最高额定温度, °C               | 70     | 70   | 90   | 70 <sup>1)</sup> |
| 1   | 老化前机械性能                    |        |      |      |                  |
| 1.1 | 抗张强度, N/mm <sup>2</sup> 最小 | 12.5   | 12.5 | 12.5 | 10.0             |
| 1.2 | 断裂伸长率, % 最小                | 150    | 125  | 200  | 300              |

续表 12

| 序号  | 试验项目                      | PVC-II |      | XLPE | PE  |
|-----|---------------------------|--------|------|------|-----|
|     |                           | A      | B    |      |     |
| 2   | 空气箱老化后机械性能<br>处理条件:温度,℃   | 100    | 100  | 135  | 100 |
|     | 温度偏差,℃                    | ±2     | ±2   | ±3   | ±2  |
|     | 持续时间,d                    | 7      | 7    | 7    | 10  |
| 2.1 | 抗张强度,N/mm <sup>2</sup> 最小 | 12.5   | 12.5 | —    | —   |
|     | 变化率,% 最大                  | ±25    | ±25  | ±25  | —   |
| 2.2 | 断裂伸长率,% 最小                | 150    | 125  | —    | 300 |
|     | 变化率,% 最大                  | ±25    | ±25  | ±25  | —   |

注: 1) 高密度聚乙烯为 75℃。

表 13 护套机械性能试验

| 序号  | 试验项目                            | PVC-S1 | PVC-S2 | PE-S |
|-----|---------------------------------|--------|--------|------|
| 1   | 老化前机械性能                         |        |        |      |
| 1.1 | 抗张强度,N/mm <sup>2</sup> 最小       | 12.5   | 12.5   | 10.0 |
| 1.2 | 断裂伸长率,% 最小                      | 150    | 150    | 300  |
| 2   | 空气箱老化后机械性能<br>处理条件: 温度,℃(偏差±2℃) | 100    | 100    | 100  |
|     | 持续时间,d                          | 7      | 7      | 10   |
| 2.1 | 抗张强度,N/mm <sup>2</sup> 最小       | 12.5   | 12.5   | —    |
|     | 变化率,% 最大                        | ±25    | ±25    | —    |
| 2.2 | 断裂伸长率,% 最小                      | 150    | 150    | 300  |
|     | 变化率,% 最大                        | ±25    | ±25    | —    |

表 14 PVC 绝缘和护套特殊试验

| 序号  | 试验项目                     | PVC-II |      | PVC-S1 | PVC-S2 |
|-----|--------------------------|--------|------|--------|--------|
|     |                          | A      | B    |        |        |
| 1   | 失重试验                     |        |      |        |        |
| 1.1 | 处理条件:温度,℃(偏差±2℃)         | —      | —    | —      | 100.   |
|     | 持续时间,d                   | —      | —    | —      | 7      |
| 1.2 | 失重,Mg/cm <sup>2</sup> 最大 | —      | —    | —      | 1.5    |
| 2   | 高温压力试验                   |        |      |        |        |
| 2.1 | 试验温度,℃(偏差±2℃)            | 80     | 80   | 80     | 90     |
| 2.2 | 压痕深度,% 最大                | 50     | 50   | 50     | 50     |
| 3   | 低温性能试验                   |        |      |        |        |
| 3.1 | 未老化前的低温卷绕试验              |        |      |        |        |
|     | 冷弯试验电缆直径,mm 最大           | 12.5   | 12.5 | 12.5   | 12.5   |
|     | 试验温度,℃(偏差±2℃)            | -15    | -5   | -15    | -15    |

续表 14

| 序号    | 试验项目                        | PVC-II |     | PVC-S1 | PVC-S2 |
|-------|-----------------------------|--------|-----|--------|--------|
|       |                             | A      | B   |        |        |
| 3.2   | 低温拉伸试验<br>试验温度,℃(偏差±2℃)     | -15    | -5  | -15    | -15    |
| 3.3   | 低温冲击试验<br>试验温度,℃(偏差±2℃)     | —      | —   | -15    | -15    |
| 4     | 抗开裂(热冲击)试验                  |        |     |        |        |
| 4.1   | 试验温度,℃(偏差±2℃)               | 150    | 150 | 150    | 150    |
| 4.2   | 持续时间,h                      | 1      | 1   | 1      | 1      |
| 5     | 热稳定性试验                      |        |     |        |        |
| 5.1   | 试验温度,℃(偏差±0.5℃)             | —      | 200 | —      | —      |
| 5.2   | 持续时间,min 最小                 | —      | 100 | —      | —      |
| 6     | 吸水试验                        |        |     |        |        |
| 6.1   | 电压法                         |        |     |        |        |
| 6.1.1 | 试验温度,℃(偏差±2℃)               | 70     | —   | —      | —      |
| 6.1.2 | 持续时间,d                      | 10     | —   | —      | —      |
| 6.2   | 重量法                         |        |     |        |        |
| 6.2.1 | 试验温度,℃(偏差±2℃)               | —      | 85  | —      | —      |
| 6.2.2 | 持续时间,d                      | —      | 14  | —      | —      |
| 6.2.3 | 重量变化值,mg/cm <sup>2</sup> 最大 | —      | 10  | —      | —      |

表 15 聚乙烯绝缘和护套特殊试验

| 序号  | 试验项目                       | PE  | PE-S |
|-----|----------------------------|-----|------|
| 1   | 密度 <sup>1)</sup>           |     |      |
| 2   | 熔体指数                       |     |      |
| 2.1 | 老化前熔体指数,g/10 min 最大        | 0.4 | 0.4  |
| 3   | 炭黑含量,% 最小                  | —   | 2.0  |
| 4   | 吸水试验                       |     |      |
|     | 重量法                        |     |      |
| 4.1 | 温度,℃(偏差±2℃)                | 85  | —    |
| 4.2 | 持续时间,d                     | 14  | —    |
| 4.3 | 重量变化,mg/cm <sup>2</sup> 最大 | 1   | —    |
| 5   | 收缩试验                       |     |      |
| 5.1 | 温度,℃(偏差±2℃)                | 100 | —    |
| 5.2 | 时间,h                       | 1   | —    |
| 5.3 | 收缩率,% 最大                   | 4   | —    |

注: 1) 密度的测定, 仅在其他试验有需要时才进行。

表 16 交联聚乙烯绝缘特殊性能试验

| 序号  | 试 验 项 目                    | XLPE            |
|-----|----------------------------|-----------------|
| 1   | 热延伸试验                      |                 |
|     | 空气温度,℃(偏差±3℃)              | 200             |
|     | 处理条件载荷时间,min               | 15              |
|     | 机械应力,N/cm <sup>2</sup>     | 20              |
| 1.1 | 负载下伸长率,% 最大                | 175             |
| 1.2 | 冷却后永久伸长率,% 最大              | 15              |
| 2   | 吸水试验                       |                 |
|     | 重量法                        |                 |
| 2.1 | 温度,℃(偏差±2℃)                | 85              |
| 2.2 | 时间,d                       | 14              |
| 2.3 | 重量变化,mg/cm <sup>2</sup> 最大 | 1 <sup>1)</sup> |
| 3   | 收缩试验                       |                 |
| 3.1 | 温度,℃(偏差±3℃)                | 130             |
| 3.2 | 时间,h                       | 1               |
| 3.3 | 收缩率,% 最大                   | 4               |

注: 1) 对密度大于 1 的交联聚乙烯正在考虑重量变化大于 1 mg/cm<sup>2</sup> 的要求。

## 17 验收规则

17.1 产品应由制造厂的技术检查部门检查合格后方能出厂。每个出厂的包装件上应附有产品质量检验合格证。

17.2 产品应按 GB 12706.2、GB 12706.3 等相应产品标准规定的试验项目进行试验验收。

17.3 产品应按第 15.1 条规定试验频度进行抽样试验,如果第一次试验的结果不符合第 15 条规定的任一项试验要求,应在同一批电缆中再取 2 个试样就不合格项目进行试验。如果 2 个试样均合格,则该批电缆符合本标准的要求;否则该批电缆判为不合格。

## 18 成品电缆标志

成品电缆的护套表面上应有制造厂名、产品型号及额定电压的连续标志,标志应字迹清楚,容易辨认、耐擦。

成品电缆标志应符合 GB 6995.3 规定。

## 19 包装及运输、保管

19.1 电缆应妥善包装在符合 GB 4005 规定要求的电缆盘上交货。

电缆端头应可靠密封,伸出盘外的电缆端头应钉保护罩,伸出的长度应不小于 300 mm。

重量不超过 80 kg 的短段电缆,允许成圈包装。

19.2 成盘电缆的电缆盘外侧及成圈电缆的附加标签应标明:

- a. 制造厂名或商标;
- b. 电缆型号及规格;
- c. 长度,m;

- d. 毛重,kg;
- e. 制造日期: 年 月;
- f. 表示电缆盘正确旋转方向的符号;
- g. 标准编号。

### 19.3 运输和保管

- a. 电缆应避免在露天存放,电缆盘不允许平放;
- b. 运输中严禁从高处扔下装有电缆的电缆盘,严禁机械损伤电缆;
- c. 吊装包装件时,严禁几盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上,电缆盘必须放稳,并用合适方法固定,防止互撞或翻倒。

**附录 A**  
**聚氯乙烯绝缘热稳定性试验**  
(补充件)

**A1 适用范围**

本试验方法通过测定试样在高温条件下氢卤酸气体析出量变化的时间,来判断试样的热稳定性能。

**A2 试验设备**

A2.1 玻璃管 一端封闭,长 110 mm,外径约 5 mm,内径为 3.5~4.5 mm。

A2.2 pH 值试纸 pH 值范围 1~10。

A2.3 恒温控制加热仪 温度应在产品标准中规定,如果产品标准中未规定,则为  $200 \pm 0.5$  °C 的恒温控制加热仪。

A2.4 温度计 刻度为 0.1°C。

A2.5 秒表或合适的计时器。

**A3 试样制备**

从被试绝缘线芯的绝缘上取三根条形试样,每根试样重  $50 \pm 5$  mg。绝缘厚度薄的试样可由二根或二根以上条形试样组成。

**A4 试验步骤**

A4.1 将试样放入玻璃管内,试样应处于离玻璃管底部 30 mm 处。

A4.2 将一条约 15 mm 长、3 mm 宽的干 pH 值试纸从玻璃管顶部的开口端插入,使试纸条伸出玻璃管外约 5 mm,将纸条的伸出部分折叠固定好。

A4.3 将玻璃管放入已达到规定试验温度的恒温控制加热仪中,玻璃管应插入恒温控制加热仪中 60 mm;

A4.4 通过 pH 值试纸颜色的变化,测量 pH 值由 5 变到 3 所需的时间,可能在整个规定的试验时间内 pH 值试纸的颜色不发生变化。当 pH 值试纸正好变为明显的红色时,可认为达到 pH 值为 3 的颜色变化点了,在预期试验时间接近结束时,应每隔 5 min 到 10 min 更换一次 pH 值试纸(特别是长期稳定性试验),使变化点更明显。

**A5 试验结果**

试验结果取三个试样热稳定性时间的平均值。

---

**附加说明:**

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部上海电缆研究所归口。

本标准由机械电子工业部上海电缆研究所负责起草。

本标准主要起草人蒋佩南、刘大钟。