



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 818.11—2009
代替 MT 818.11—1999

煤矿用电缆 第 11 部分:额定电压 10 kV 及以下 固定敷设电力电缆一般规定

Cables for coal mine—
Part 11. ~~General rules for fixed formation power cables of~~
~~rated voltages up to and including 10 kV~~

本文件由矿山安全标准服务平台免费向社会
提供,更多标准文件请关注矿山安全标准化
技术委员会公众号,或通过国家矿山安全监
察局-服务互动-矿山安全标准服务平台获取

根据国家矿山安全监察局公告(2026年 第2号),
自2026年4月21日起标准号变更为: KA/T 818.11-2009

2009-12-11 发布

2010-07-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 电缆型号及表示方法 2

5 技术要求 3

6 试验方法和检验规则 6

7 成品电缆标志 13

8 包装、运输和贮存 14

前 言

本部分全部技术内容为强制性的。

MT 818《煤矿用电缆》，分为 13 个部分：

- 第 1 部分：移动类软电缆一般规定；
- 第 2 部分：额定电压 1.9/3.3 kV 及以下采煤机软电缆；
- 第 3 部分：额定电压 1.9/3.3 kV 及以下采煤机屏蔽监视加强型软电缆；
- 第 4 部分：额定电压 1.9/3.3 kV 及以下采煤机金属屏蔽软电缆；
- 第 5 部分：额定电压 0.66/1.14 kV 及以下移动软电缆；
- 第 6 部分：额定电压 8.7/10 kV 及以下移动金属屏蔽监视型软电缆；
- 第 7 部分：额定电压 6/10 kV 及以下移动屏蔽软电缆；
- 第 8 部分：额定电压 0.3/0.5 kV 煤矿用电钻电缆；
- 第 9 部分：额定电压 0.3/0.5 kV 煤矿用移动轻型软电缆；
- 第 10 部分：煤矿用矿工帽灯线；
- 第 11 部分：额定电压 10 kV 及以下固定敷设电力电缆一般规定；
- 第 12 部分：额定电压 1.8/3 kV 及以下煤矿用聚氯乙烯绝缘电力电缆；
- 第 13 部分：额定电压 8.7/10 kV 及以下煤矿用交联聚乙烯绝缘电力电缆。

本部分为 MT 818 的第 11 部分，本部分代替 MT 818.11—1999《煤矿用阻燃电缆 第 2 单元：煤矿用额定电压 10 kV 及以下铜芯固定敷设阻燃电力电缆 第 1 部分：一般规定》。

本部分与 MT 818.11—1999 相比，主要变化如下：

- 删除聚氯乙烯绝缘电力电缆 3.6/6 kV 及以上产品（见 1999 版第 4 章）；
- 修改电压试验参数（见 1999 年版的 6.2.3, 6.4 及本部分的 6.2.3, 6.4）；
- 修改冲击电压试验参数（见 1999 年版的 6.4 及本部分的 6.4）；
- 修改局部放电试验参数（见 1999 年版的 6.2.2, 6.4 及本部分的 6.2.2, 6.4）；
- 增加电缆标志依据安全标志管理要求（见 7.1）。

本部分由中国煤炭工业协会科技发展部提出。

本部分由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：煤炭科学研究总院上海研究院。

本部分参与起草单位：上海电缆有限公司、无锡江南电缆有限公司、普睿司曼（天津）电缆有限公司。

本部分主要起草人：奚宏、胡占华、金鑫、滕东浩、朱欣娣、夏亚芳、张令宜。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- MT 818.11—1999。

煤矿用电缆

第 11 部分:额定电压 10 kV 及以下 固定敷设电力电缆一般规定

1 范围

MT 818 的本部分规定了煤矿固定敷设用额定电压 10 kV 及以下铜芯挤包绝缘电力电缆(以下简称电缆)的定义、电缆型号及表示方法、技术要求、试验要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于煤矿用固定敷设交流额定电压 10 kV 及以下铜芯挤包绝缘电力电缆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 MT 818 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2900.10 电工术语 电缆(GB/T 2900.10—2001, idt IEC 60050(461):1984)

GB/T 2951.1 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 1 节:厚度和外形尺寸测量—机械性能试验(GB/T 2951.1—1997, idt IEC 60811—1—1:1993)

GB/T 2951.2 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 2 节:热老化试验方法(GB/T 2951.2—1997, idt IEC 60811—1—2:1985)

GB/T 3048.13 电线电缆电性能试验方法 第 13 部分:冲击电压试验(GB/T 3048.13—2007, mod IEC 60230:1966, IEC 60060—1:1989)

GB/T 3956—1997 电缆的导体(GB/T 3956—1997, idt IEC 60228:1978)

GB/T 6995.3 电线电缆识别标志 第 3 部分:电线电缆识别标志(GB/T 6995.3—1986, neq IEC 227:1979)

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 12706.1—2002 额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV($U_m=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分:额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)和 3 kV($U_m=3.6$ kV)电缆(eqv IEC 60502—1:1997)

GB/T 12706.2—2002 额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV($U_m=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 2 部分:额定电压 6 kV($U_m=7.2$ kV)到 30 kV($U_m=36$ kV)电缆(eqv IEC 60502—2:1997)

AQ 1043 矿用产品安全标志标识

JB/T 8137(所有部分) 电线电缆交货盘

JB/T 8996 高压电缆选择导则(JB/T 8996—1999, eqv IEC 60183:1984)

MT 386 煤矿用阻燃电缆阻燃性的试验方法和判定规则

MT 818.12—2009 煤矿用电缆 第 12 部分:额定电压 1.8/3 kV 及以下煤矿用聚氯乙烯绝缘电力电缆

MT 818.13—2009 煤矿用电缆 第 13 部分:额定电压 8.7/10 kV 及以下煤矿用交联聚乙烯绝缘电力电缆

3 术语和定义

GB/T 2900.10 确立的以及下列术语和定义适用于 MT 818 的本部分。

3.1

标称值 nominal value

指定的量值并经常用于表格之中。在本部分中通常根据标称值引申出的量值规定公差,通过测量进行检验。

[GB/T 12706.1—2002,定义 3.1.1]

3.2

近似值 approximate value

一个既不保证也不检查的数值,例如用于其他尺寸值的计算。

[GB/T 12706.1—2002,定义 3.1.2]

3.3

假设值 fictitious value

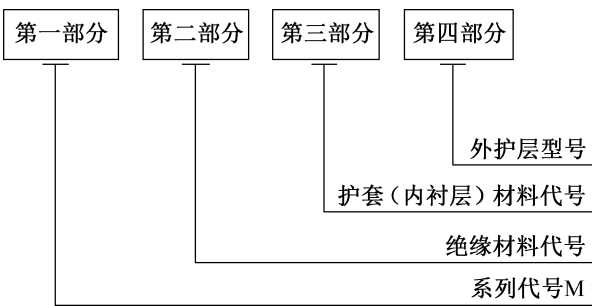
按 GB/T 12706.1 附录 A 及 GB/T 12706.2 附录 A 计算所得的值。

注:改写 GB/T 12706.1—2002,定义 3.1.4。

4 电缆型号及表示方法

4.1 电缆型号组成

电缆型号的组成和排列顺序如下:



第一部分:用大写字母 M 表示煤矿用阻燃电缆的系列代号。

第二部分:用大写字母 V 表示聚氯乙烯绝缘材料的代号,用大写字母 YJ 表示交联聚乙烯绝缘材料代号。

第三部分:用大写字母 V 表示聚氯乙烯护套(内衬层)材料代号。当电缆有外护层时,本部分表示内衬层的材料代号。

第四部分:电缆外护层型号,应按铠装层和外被层所用的结构顺序用阿拉伯数字表示。每一数字表示所采用的主要材料。在一般情况下,由两位数字组成。

本部分所涉及的铠装层和外被层所用材料的数字及含义应符合表 1 的规定。

表 1 铠装层和外被层所用材料的数字及含义

标 记	铠 装 层	外被层或外护套
2	双钢带	聚氯乙烯外套
3	细圆钢丝	—
4	粗圆钢丝	—

4.2 电缆表示方法

电缆用型号、电压等级、规格及标准编号表示。

4.2.1 电缆型号

电缆常用型号为: MVV、MVV22、MYJV、MYJV22、MYJV32、MYJV42。

4.2.2 电压等级

额定电压等级,用 U_0/U 表示,单位为 kV。

本部分中电缆的额定电压 $U_0/U(U_m)$ 表示方法如下:

$U_0/U(U_m)=0.6/1(1.2)-1.8/3(3.6)-3.6/6(7.2)-6/6(7.2)-6/10(12)-8.7/10(12)$ kV。

在电缆的电压表示 $U_0/U(U_m)$ 中:

U_0 : 电缆设计用的导体对地或金属屏蔽之间的额定工频电压;

U : 电缆设计用的导体间的额定工频电压;

U_m : 设备可承受的“最高系统电压”的最大值。

电缆的额定电压应适合电缆所在系统的运行条件。为了便于选择电缆,将系统划分为下列三类:

——A类:任一相导体与地或接地导体接触时,能在 1 min 内与系统分离。

——B类:可在单相接地故障时作短时运行,根据 JB/T 8996 规定接地故障时间不宜超过 1 h,对于本部分包括的电缆允许更长的带故障运行时间,但在任何情况下不宜超过 8 h,每年接地故障总持续时间不宜超过 125 h。

——C类:包括不属于 A 类、B 类的系统。

用于三相系统的电缆, U_0 的推荐值列于表 2。

表 2 额定电压 U_0 推荐值

系统最高电压 U_m kV	额定电压 U_0 kV	
	A 类、B 类	C 类
1.2	0.6	0.6
3.6	1.8	3.6
7.2	3.6	6.0
12.0	6.0	8.7

4.2.3 电缆规格

电缆规格由芯数与截面组成。电缆芯数及标称截面积用阿拉伯数字分别表示,二者之间以“×”连接。标称截面积单位为平方毫米(mm^2)。

型号与电压之间用“—”连接。

4.2.4 举例

a) 煤矿用聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆,额定电压 0.6/1 kV,三芯,标称截面 240 mm^2 ,表示为:

MVV—0.6/1 3×240 MT 818.12—2009

b) 煤矿用交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆,额定电压 6/6 kV,三芯,标称截面 150 mm^2 ,表示为:

MYJV22—6/6 3×150 MT 818.13—2009

5 技术要求

5.1 导体

5.1.1 导体应符合 GB/T 3956—1997 中的第 1 种或第 2 种退火铜导体或镀金属层退火铜导体的要求。

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

5.1.3 4 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 4 芯截面应符合表 3 的规定。

表 3 第 4 芯截面选用表

单位为平方毫米

主线芯	第 4 芯	主线芯	第 4 芯	主线芯	第 4 芯	主线芯	第 4 芯	主线芯	第 4 芯
4	2.5	16	10	50	25	120	70	240	120
6	4	25	16	70	35	150	70	300	150
10	6	35	16	95	50	185	95		

5.2 绝缘

5.2.1 绝缘应符合 MT 818.12—2009 和 MT 818.13—2009 的规定,电缆绝缘材料可采用下列材料:

- a) 聚氯乙烯绝缘料,代号 PVC/A;
- b) 交联聚乙烯绝缘料,代号 XLPE。

5.2.2 绝缘厚度符合 MT 818.12—2009 和 MT 818.13—2009 的规定,绝缘厚度平均值应不小于标称值;最薄处厚度应不小于标称值的 90%减去 0.1 mm。

厚度测量结果应按 GB/T 8170 的规定修约。

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。

5.2.3 绝缘线芯的识别标志应符合 GB/T 6995.3 的规定。

5.3 屏蔽

导体屏蔽、绝缘屏蔽或金属屏蔽应符合后续部分 MT 818.12—2009 和 MT 818.13—2009 的规定。

5.4 多芯电缆的缆芯、内衬层及填充物

5.4.1 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。

5.4.2 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外形圆整,且绝缘线芯与护套不粘接,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 mm²,其热塑性护套允许嵌入绝缘线芯间。假如仍加内衬层,其厚度可不按规定考核。

5.4.3 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,金属带才可直接绕包在缆芯上而省去内衬层,且成品电缆应符合 6.4.3.12 规定的特殊弯曲试验要求。

5.4.4 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 的规定,铠装电缆内衬层厚度应符合 5.5 的规定;

表 4 内衬层厚度

缆芯假设直径 d mm	内衬层厚度近似值 mm	
	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

- b) 圆形绝缘线芯电缆只有在绝缘线芯间的间隙被密实填充时,才可采用绕包内衬层;

- 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绕包扎紧。

5.5 铠装

5.5.1 金属铠装类型

本部分铠装类型如下：

- a) 钢丝铠装；
- b) 钢带铠装。

5.5.2 材料

钢带应采用热轧或冷轧镀锌钢带。

钢丝应采用低碳镀锌钢丝。

5.5.3 电缆直径与铠装层尺寸的关系

铠装钢丝的标称直径和铠装钢带的标称厚度应分别不小于表 5 和表 6 规定的数值。

表 5 铠装钢丝标称直径

铠装前假设直径 d mm	钢丝标称直径 mm	
	细钢丝	粗钢丝
$d \leq 10$	0.8	4.0
$10 < d \leq 15$	1.25	4.0
$15 < d \leq 25$	1.6	4.0
$25 < d \leq 35$	2.0	4.0
$35 < d \leq 60$	2.5	4.0
$d > 60$	3.15	4.0

表 6 铠装钢带标称厚度

铠装前假设直径 d mm	钢带标称厚度 mm
$d \leq 30$	0.2
$30 < d \leq 70$	0.5
$d > 70$	0.8

5.5.4 要求

铠装应满足下列要求：

- a) 铠装钢丝和钢带的尺寸不能高于 5.5.3 中规定的标称尺寸的量值：
 - 钢丝：5%；
 - 钢带：10%。
- b) 钢带铠装应螺旋绕包两层，外层钢带的中间大致在内层钢带间隙上方，钢带间隙应不大于钢带宽度的 50%；
- c) 钢丝铠装应紧密，总间隙不大于本身装铠的一根钢丝直径。

5.5.5 包带垫层

采用钢带铠装时，内衬层厚度除应按表 4 的规定选用外，还应同时采用包带垫层加强。如果铠装钢带厚度为 0.2 mm，内衬层和附加包带垫层的总厚度应按表 4 的规定值再加 0.5 mm；如果铠装金属带厚度大于 0.2 mm，内衬层和附加包带垫层的总厚度应按表 4 的规定值再加 0.8 mm。

内衬层和附加包带垫层的总厚度不得小于规定值的 80% 减去 0.2 mm。

如果有隔离套或挤包的內衬层并且满足 5.5.6 的规定时，则不必加包带垫层。

5.5.6 隔离套

当铠装下的金属层与铠装材料不同时,必须用符合 5.6.1 规定的材料,挤包一层护套将其隔开。

如果在铠装层下采用隔离套,可以由其代替内衬层或附加在内衬层上。

挤包隔离套的标称厚度 T_s 应按式(1)计算:

$$T_s = 0.02D + 0.6 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

T_s ——挤包隔离套的标称厚度,单位为毫米(mm);

D ——挤包该隔离套前的假设直径,单位为毫米(mm)。

计算按 GB/T 12706.1—2002 附录 A 或 GB/T 12706.2—2002 附录 A 所述进行,计算结果修约到 0.1 mm。

隔离套的标称厚度应不小于 1.2 mm,但粗钢丝铠装层隔离套应不小于 2.0 mm。

5.6 非金属护套

5.6.1 材料

非金属护套材料采用黑色聚氯乙烯护套料,分为 ST1、ST2 两类:

ST1——用于正常运行导体最高额定温度为 80 ℃ 的电缆;

ST2——用于正常运行导体最高额定温度为 90 ℃ 的电缆。

材料的确定应根据后续部分 MT 818.12—2009 和 MT 818.13—2009 中的规定选择。

5.6.2 厚度

若无其他规定,挤包护套标称厚度 T_s 应按式(2)计算:

$$T_s = 0.035D + 1.0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

T_s ——挤包护套标称厚度,单位为毫米(mm);

D ——挤包护套前电缆的假设直径,单位为毫米(mm)。

计算按 GB/T 12706.1 附录 A 和 GB/T 12706.2 附录 A 所述进行,计算结果修约到 0.1 mm。

电缆护套的标称厚度应不小于 1.8 mm。

5.6.3 要求

非金属护套隔离套的厚度,其最小值应不低于规定标称值的 80% 减去 0.2 mm。

5.7 交货长度

根据用户需要,交货长度由双方协商确定。长度计量负偏差应不超过 0.5%。

6 试验方法和检验规则

6.1 试验条件

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

6.1.2 冲击电压试验波形规定波首为 1 μs~5 μs,波尾为 40 μs~60 μs。

6.2 例行试验方法和检验规则(R)

产品由制造厂质量检验部门检验,所有例行试验项目合格并附质量检验合格证后方可出厂。质量检验合格证至少应包括如下内容:

- a) 制造厂名称;
- b) 产品型号、电压及规格;
- c) 长度(m);
- d) 制造年月及生产批号;
- e) 标准编号;
- f) 安全标志标识。

6.2.1 导体直流电阻试验

6.2.1.1 导体直流电阻应符合 GB/T 3956 中的第 1 种、第 2 种导体的规定。

6.2.1.2 导体直流电阻试验应在成盘的所有导体上进行。

6.2.2 局部放电试验

6.2.2.1 额定电压 U_0 为 3.6 kV 及以上交联聚乙烯绝缘电缆应进行局部放电试验。

6.2.2.2 局部放电试验应在电缆的所有绝缘线芯上进行。

6.2.2.3 施加交流电压 $1.73U_0$ 时,交联聚乙烯绝缘电缆放电量应不大于 10 pC。

6.2.3 电压试验

6.2.3.1 试验可采用交流电压,也可采用直流电压。电缆按 6.2.3.2 中的规定施加电压,持续 5 min,试验过程中绝缘应不发生击穿。

6.2.3.2 交流耐压试验电压按下列规定确定:

额定电压 U_0 为 3.6 kV 以下电缆: $2.5U_0+2$,kV;

额定电压 U_0 为 3.6 kV 及以上电缆: $3.5U_0$,kV。

对应各额定电压的单相试验电压值见表 7。

表 7 例行试验电压

额定电压 U_0 kV	0.6	1.8	3.6	6	8.7
试验电压 kV	3.5	6.5	12.5	21	30.5

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 7 规定值的 1.73 倍。采用直流电压试验时,其数值应为表 7 规定值的 2.4 倍。

6.3 抽样试验方法和检验规则(S)

6.3.1 抽样检验规则

6.3.1.1 结构及表面标识检查应在同一型号和规格电缆中的一根制造长度的电缆上进行,抽样应按表 8 进行。

6.3.1.2 除结构、表面标识及阻燃性能外,其余试验按商定的质量控制协议,在制造长度上取样进行试验。若无协议,对于总长度大于 2 km 的多芯电缆测试按表 8 进行。

表 8 抽取样品数量

结构及表面标识	除结构、表面标识及阻燃性能外的其余试验	样品数
电缆盘数 N 盘	电缆长度 L km	
$N \leq 5$	$2 < L \leq 10$	1
$5 < N \leq 10$	$10 < L \leq 20$	2
$10 < N \leq 15$	$20 < L \leq 30$	3
余类推	余类推	余类推

6.3.1.3 单根垂直燃烧试验和负载燃烧试验,在企业正常生产且材料、配方无变化时,同一型号规格的产品,每月至少进行一次试验,材料、配方发生变化后,应重新进行试验。

6.3.1.4 抽样试验结果不合格时,应从同一批中再取两个附加试样就不合格项目重新试验。必须两个附加试样都合格,则该批电缆才可被认为符合本标准要求。如果有一个试样不合格,则认为该批电缆不符合本标准要求。

6.3.2 结构检查

结构检查应按照 GB/T 2951.1 规定的试验方法进行。

6.3.3 4 h 交流电压试验

额定电压 U_0 为 6 kV 及以上电缆应进行 4 h 交流电压试验。

除终端外,成品电缆试样长度应不小于 5 m,按表 9 规定施加交流电压,持续时间 4 h。试验过程中绝缘应不发生击穿。

表 9 电压试验

额定电压 U_0 kV	6	8.7
试验电压 kV	24	35

6.3.4 热延伸试验

交联聚乙烯绝缘应进行热延伸试验。试验条件及要求应符合表 17 的规定。

6.3.5 阻燃性能试验

电缆应进行单根垂直燃烧试验和负载燃烧试验。试验条件及要求应符合 MT 386 的规定。

6.4 型式试验(T)

6.4.1 额定电压 U_0 为 3.6 kV 及以上交联聚乙烯绝缘电缆的电气性能试验

6.4.1.1 试样

6.4.1.1.1 试样为一段成品电缆,除附件外,试样长度应为 10 m~15 m。

6.4.1.1.2 除第 6.4.1.3 条规定外,所有 6.4.1.2 条规定的试验应依次在同一试样上进行。

6.4.1.1.3 电缆的每次试验或测量应在所有的绝缘线芯上进行。

6.4.1.1.4 对半导体屏蔽层电阻率的测量应单独另取试样进行。

6.4.1.2 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) 额定电压 6/10 kV 及以上电缆的 $\tan\delta$ 试验;
- d) 加热循环试验及随后的局部放电试验;
- e) 冲击电压试验及随后的工频电压试验;
- f) 4 h 交流电压试验;
- g) 导体直流电阻试验。

6.4.1.3 特殊规定

6.4.1.3.1 试验项目 c)、g)可以不在第 6.4.1.2 条中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。

6.4.1.3.2 试验项目 f)可以另取试样,但试样应已预先进行过 b)和 d)两项试验。

6.4.1.4 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 $1.73U_0$ 时,交联聚乙烯绝缘电缆的放电量应不大于 5 pC。

6.4.1.5 弯曲试验后的局部放电试验

在室温下试样应围绕试验圆柱体(例如线盘的筒体)至少绕一整圈,然后松开展直,再在相反方向上重复此过程。

此操作循环应进行三次。

圆柱体的直径应按式(3)计算:

$$15(d + D) \pm 5\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

D ——电缆试样实测外径,单位为毫米(mm);

d ——导体的实测直径,单位为毫米(mm)。

如果导体不是圆形,则 d 应按式(4)计算:

$$d = 1.13 \sqrt{S} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

d ——导体的实测直径,单位为毫米(mm);

S ——标称截面,单位为平方毫米(mm²)。

弯曲试验完成后,应在试样上进行局部放电试验,试验结果应符合 6.4.1.4 的规定。

6.4.1.6 额定电压 6/10 kV 及以上电缆的 $\tan\delta$ 试验

成品电缆试样应采用下述方法之一加热:试样应放置在液体槽或烘箱中,或者在试样的金属屏蔽层或导体或两者都通电流加热。

试样应加热至导体温度超过电缆正常运行时导体最高温度 5℃~10℃。

每一方法中,导体的温度或者通过测量导体电阻确定,或者用放在液体槽、烘箱内或放在屏蔽层表面上,或放在与被测电缆相同的另一根基准电缆上的测温装置进行测量。

在交流电压不低于 2 kV 和上述规定温度下进行 $\tan\delta$ 测量。

测量数值应不高于 80×10^{-4} 。

6.4.1.7 加热循环试验及随后的局部放电试验

将经过上述各项试验后的试样放在试验室的地板上,并在试样导体上通以电流,加热导体直至达到稳定温度,此温度应高于电缆正常运行时导体最高温度 5℃~10℃。

三芯电缆的加热电流应通过所有导体。

加热循环应持续至少 8 h,在每一加热过程中,导体达到规定温度后至少应维持 2 h,并随即在空气中自然冷却至少 3 h。

此循环应重复 20 次。

第 20 个循环后,试样应进行局部放电试验并应完全符合 6.4.1.4 的规定。

6.4.1.8 冲击电压试验及随后的电压试验

试验应在高于电缆正常运行时导体最高温度 5℃~10℃ 的温度下进行。

按 GB/T 3048.13 规定的步骤施加冲击电压,其电压峰值列于表 10。

表 10 冲击电压

额定电压 U_0 /kV	3.6	6	8.7
试验电压(峰值) kV	60	75	95

电缆的每一个绝缘线芯应在经受 10 次正极性和 10 次负极性冲击电压后不击穿。

在冲击电压试验后,电缆试样的每一个绝缘线芯在室温下应经受工频电压试验 15 min。试验电压见表 7 规定,绝缘应不发生击穿。

6.4.1.9 4 h 电压试验

试验应在室温下进行,并应在试样的导体和屏蔽之间施加工频电压 4 h。

试验电压应为 $4U_0$,对应于标准额定电压的试验电压见表 11。电压应逐渐升高至规定值,绝缘应不发生击穿。

表 11 4 h 试验电压

额定电压 U_0/kV	3.6	6	8.7
试验电压 kV	14.4	24	35

6.4.1.10 半导体屏蔽电阻率

6.4.1.10.1 取样

挤包导体和绝缘半导体屏蔽层的电阻率测量,应在电缆绝缘线芯上取下的试样上进行,绝缘线芯应分别取电缆样品和按 6.4.3.3 条规定的材料附加老化试验方法进行过老化处理的电缆样品。

6.4.1.10.2 步骤

试验应按 GB/T 12706.2 规定的步骤进行。
应在电缆正常运行时导体最高温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内进行测量。

6.4.1.10.3 要求

在老化前和老化后,电阻率应不超过下列数值;
——导体屏蔽:1 000 $\Omega \cdot \text{m}$;
——绝缘屏蔽:500 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

6.4.1.11 导体直流电阻试验

导体直流电阻试验应在不少于 1 m 长度的电缆上进行,导体直流电阻应符合 GB/T 3956 中的第 1 种、第 2 种导体的规定。

6.4.2 额定电压 U_0 为 1.8 kV 及以下电缆的电气性能试验

6.4.2.1 试样

试样应满足如下规定:
a) 试样为一段成品电缆,试样长度为 10 m~15 m;
b) 所有 6.4.2.2 中规定的试验应依次在同一试样上进行;
c) 试样的绝缘线芯数应不超过三根。

6.4.2.2 试验顺序

正常试验顺序规定如下:
a) 室温下绝缘电阻试验;
b) 最高额定工作温度下绝缘电阻试验;
c) 4 h 交流电压试验;
d) 导体直流电阻试验。

当电缆额定电压 $U_0=1.8\text{ kV}$ 时,电缆应进行冲击电压试验;试验应在另外 10 m~15 m 长的成品电缆试样上进行(见 6.4.2.5)。

试验 d) 可以不在 6.4.2.2 中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。

6.4.2.3 绝缘电阻试验

6.4.2.3.1 体积电阻率及绝缘电阻常数

体积电阻率 $\rho(\Omega \cdot \text{cm})$ 及绝缘电阻常数 $k_i(\text{M}\Omega \cdot \text{km})$ 应分别按式(5)、式(6)计算:

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln \frac{D}{d}} \dots\dots\dots (5)$$

$$k_i = \frac{LR \times 10^{-11}}{\lg \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0.367\rho \dots\dots\dots (6)$$

式中:

R ——绝缘电阻测量值,单位为欧姆(Ω);

L ——试样长度,单位为厘米(cm);

d ——绝缘内径,单位为毫米(mm);

D ——绝缘外径,单位为毫米(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。

6.4.2.3.2 室温下绝缘电阻试验

试验应在未经过任何其他电气试验的试样上进行。试验前,去除所有外包覆层,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 V~500 V,施加电压时间为 1 min~5 min,以求达到稳态后测量。

绝缘电阻测量值按式(5)、式(6)进行计算,其结果应符合表 12 的规定。

表 12 绝缘电阻试验要求

序号	试验项目		聚氯乙烯绝缘电缆	交联聚乙烯绝缘电缆
1	体积电阻率 ρ (最小值) $\Omega \cdot \text{cm}$	20 $^\circ\text{C}$ 时	10^{13}	—
		最高额定温度时	10^{10}	10^{12}
2	绝缘电阻常数 k_i (最小值) $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	20 $^\circ\text{C}$ 时	36.7	—
		最高额定温度时	0.037	3.67

6.4.2.3.3 最高额定温度下绝缘电阻试验

试验前,去除所有外包覆层,将绝缘线芯试样浸入规定温度的温水中,时间应不小于 1 h。

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

绝缘电阻测量值按式(5)、式(6)进行计算,其结果应符合表 12 的规定。

6.4.2.4 4 h 交流电压试验

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

按表 13 的规定对绝缘线芯试样施加交流试验电压 4 h,试样应不被击穿。

表 13 4 h 试验电压

额定电压 U_0/kV	0.6	1.8
试验电压 kV	2.4	7.2

6.4.2.5 冲击电压及工频电压试验

当电缆额定电压 $U_0 = 1.8 \text{ kV}$ 时,电缆应进行冲击电压试验,试验应在高于电缆正常运行时导体最高温度 $5^\circ\text{C} \sim 10^\circ\text{C}$ 的温度下进行。

按 GB/T 3048.13 的规定施加冲击电压。电压峰值为 40 kV。

电缆的每一个绝缘线芯应在经受 10 次正极性和 10 次负极性冲击电压后不被击穿。

6.4.2.6 导体直流电阻试验

导体直流电阻试验应在不少于 1 m 长度的电缆上进行,导体直流电阻应符合 GB/T 3956—1997 中的第 1 种、第 2 种导体的规定。

6.4.3 机械物理性能试验

6.4.3.1 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 14 的规定。

6.4.3.2 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 15 的规定。

6.4.3.3 成品电缆段的附加老化试验

所有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，试样体积应不大于老化箱的容积 2%；
老化试验温度为电缆最高额定温度加 10℃（温度偏差±2℃），试验持续时间为 7×24 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两个试片。

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。若试片与不同类型材料接触面的凸背必须磨平或削平时，应则尽量少磨削掉一些，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 14、表 15 的相应规定。

6.4.3.4 ST2 型聚氯乙烯护套失重试验

试验条件和试验结果应符合表 16 的规定。

6.4.3.5 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 16 的规定。

6.4.3.6 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 16 的规定。

6.4.3.7 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 16 的规定。

6.4.3.8 聚氯乙烯、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 16、表 17 的规定。

6.4.3.9 交联聚乙烯绝缘收缩试验

试验条件和试验结果应符合表 17 的相应规定。

6.4.3.10 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 17 的规定。

6.4.3.11 半导电层剥离试验

6.4.3.11.1 步骤

试验应在老化前和老化后的样品上各进行三次，可在三个单独的电缆试样上进行试验，也可在同一个电缆试样上沿圆周方向彼此间隔约 120°的三个不同位置上进行试验。

应从老化前和按 6.4.3.3 条老化后的被试电缆上取下长度至少 250 mm 的绝缘线芯用做试验。

在每一个试样的挤包绝缘屏蔽表面上，从试样的一端到另一端向绝缘纵向切割成两道彼此相隔宽 (10 ± 1) mm 相互平行的刀痕。

沿平行于绝缘线芯方向（也就是剥切角近似于 180°）拉开长 50 mm、宽 10 mm 的一条形带后，将绝缘线芯垂直地装在一拉力机上，用夹头夹在绝缘线芯的一端，另一端为 10 mm 条形带，夹在另一个夹头上。

拉力分别加在绝缘和 10 mm 条形带上。拉动至少约 100 mm 长的距离，在剥切角近似于 180°和速度为 (250 ± 50) mm/min 条件下进行试验。

试验应在 (20 ± 5) ℃ 温度下进行。

对未老化和老化后的试样应连续地记录其剥离力的数值。

6.4.3.11.2 要求

从老化前后的试样绝缘上剥下挤包半导电屏蔽的剥离力应不小于 4 N 且不大于 45 N,剥离段绝缘表面应无损伤,并且应无半导电屏蔽的残迹留在绝缘上。

6.4.3.12 特殊弯曲试验

试验应满足下列规定:

- a) 试验仅适用于 5.4.3 中规定的电缆;
- b) 弯曲试验用圆柱体直径为 $7D \pm 5\%$, 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工作额定温度的烘箱中,保持 24 h;
- d) 从烘箱中取出电缆试样,冷却后按 6.2.3 中的规定对处于弯曲状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。

6.4.4 印刷标志耐擦试验

按 GB/T 6995.3 规定的试验方法和要求进行。

6.4.5 成品电缆阻燃性能试验

成品电缆阻燃性能应符合 MT 386 各项试验要求。

6.4.6 结构检查

6.4.6.1 绝缘厚度应符合 5.2.2 的规定。

标称截面相等的 4 芯电缆,可取任意三个绝缘线芯进行检查。

6.4.6.2 非金属外护套结构尺寸应符合 5.6 的规定。

6.4.7 型式检验规则

若型式试验项目有一项不合格,则认为被检验电缆不合格。

7 成品电缆标志

7.1 线芯识别标志

线芯和电缆识别标志应符合 GB 6995.3 的规定。

7.2 成品电缆标志

7.2.1 成品电缆护套表面应用压印方式或颜色明显区别于护套颜色的油墨印制产品标识。产品标识应包括如下内容:

- a) 制造厂名称;
- b) 电缆型号、电压等级及规格;
- c) 安全标志标识(应符合 AQ 1043 标准要求)。

印字必须清晰、耐擦,印字间隔不超过 1 m。

7.2.2 在电缆内部或外部允许制造厂设置其他标志,但其他标志的使用不得损害规定印字的明显性和清晰度。

7.3 包装标志

每卷或每盘电缆上应附标签,且标明如下内容:

- a) 制造厂名称;
- b) 产品型号、电压等级及规格;
- c) 长度(m)及毛重(kg);
- d) 制造年月或生产批号;
- e) 标准编号;
- f) 安全标志标识(应符合 AQ 1043 标准要求)。

8 包装、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 电缆交货盘应符合 JB/T 8137 的规定。

8.1.2 电缆应整齐卷绕在电缆交货盘上。电缆端头应紧密包封。露出电缆盘外的电缆应钉保护罩,露出长度应不小于 300 mm。重量不超过 80 kg 的短段电缆,允许成卷包装。

8.1.3 成品电缆的电缆盘外侧及成卷电缆的附加标签应包括 7.3 所列包装标志的内容,并于电缆盘上标明电缆盘正确的旋转方向。

8.2 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。

表 14 电缆绝缘混合料机械性能试验要求(老化前后)

序号	试验项目	单位	PVC/A	XLPE	
				0.6/1 kV 电缆	其他电缆
1	正常运行时导体最高工作温度	℃	70	90	90
1.1	老化前				
1.1	抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	12.5	12.5
1.2	断裂伸长率 最小	%	150	200	200
2	空气烘箱老化后				
2.1	无导体老化后				
2.1.1	处理				
	—温度	℃	100	135	135
	—偏差	℃	±2	±3	±3
	—持续时间	d	7	7	7
2.1.2	抗张强度				
	a) 老化后数值 最小	N/mm ²	12.5	—	—
	b) 变化率 最大	%	±25	±25	±25
2.1.3	断裂伸长率				
	a) 老化后数值 最小	%	150	—	—
	b) 变化率 最大	%	±25	±25	±25

表 15 护套混合料机械性能试验要求(老化前后)

序号	试验项目	单位	ST1	ST2
1	正常运行时导体最高工作温度	℃	80	90
1.1	老化前			
1.1	抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	12.5
1.2	断裂伸长率 最小	%	150	150
2	空气烘箱老化后(GB/T 2951.2—1997 中 8.1)			
2.1	处理			
	—温度(偏差±2℃)	℃	100	100
	—持续时间	d	7	7
2.2	抗张强度			

表 15 (续)

序号	试验项目	单位	ST1	ST2
2.3	a) 老化后数值 最小	N/mm ²	12.5	12.5
	b) 变化率 最大	%	±25	±25
	断裂伸长率			
	a) 老化后数值 最小	%	150	150
	b) 变化率 最大	%	±25	±25

表 16 PVC 绝缘混合料和护套混合料特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	绝缘	护套	
			PVC/A	ST1	ST2
1	空气烘箱中失重试验				
1.1	处理				
	—温度(偏差±2℃)	℃	—	—	100
	—持续时间	d	—	—	7
1.2	最大允许失重量	mg/cm ²	—	—	1.5
2	高温压力试验				
	—温度(偏差±2℃)	℃	80	80	90
3	低温性能试验				
3.1	直径<12.5 mm 低温弯曲试验				
	—温度(偏差±2℃)	℃	—15	—15	—15
3.2	直径≥12.5 mm 低温拉伸试验				
	—温度(偏差±2℃)	℃	—15	—15	—15
3.3	低温冲击试验				
	—温度(偏差±2℃)	℃	—	—15	—15
4	抗开裂试验				
4.1	—温度(偏差±3℃)	℃	150	150	150
4.2	—持续时间	h	1	1	1
5	吸水试验(电气法)				
5.1	—温度(偏差±2℃)	℃	70	—	—
5.2	—持续时间	d	10	—	—

表 17 XLPE 绝缘混合料特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	XLPE
1	热延伸试验		
1.1	处理条件		
	—温度(偏差±3℃)	℃	200
	—负荷时间	min	15
	—机械应力	N/cm ²	20
1.2	载荷下最大伸长率	%	175
1.3	冷却后最大永久伸长率	%	15
2	吸水试验(重量分析法)		
2.1	温度(偏差±2℃)	℃	85
2.2	持续时间	d	14
2.3	重量最大增量	mg/cm ²	1

表 17(续)

序号	试验项目	单位	XLPE
3	收缩试验		
3.1	标志间长度	mm	200
3.2	温度(偏差±3℃)	℃	130
3.3	持续时间	h	1
3.4	最大允许收缩率	%	4