

# DB13

河北省地方标准

DB13/T 2476—2017

---

## 额定电压 0.6 / 1kV 柔性 铜芯矿物质绝缘防火电缆通用要求

2017 - 03 - 29 发布

2017 - 06 - 01 实施

---

河北省质量技术监督局 发布



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语及定义.....	2
4 分类、代号、规格和标记.....	3
5 电缆的一般要求.....	5
6 试验条件.....	9
7 例行试验 (R).....	10
8 抽样试验 (S).....	11
9 电气型式试验 (T).....	14
10 非电气型式试验 (T).....	15
11 检验汇总表.....	20
12 标志和标签.....	25
13 包装、运输和贮存.....	25
附录 A (资料性附录) 云母带性能.....	26
附录 B (资料性附录) 低烟无卤高阻燃带性能.....	28
附录 C (规范性附录) 确定护层尺寸的假设计算方法.....	29
附录 D (资料性附录) 矿物质防火混合料主要性能.....	33
附录 E (规范性附录) 弯曲试验.....	34
附录 F (规范性附录) 压扁试验方法.....	36
附录 G (规范性附录) 气密性试验方法.....	37
附录 H (规范性附录) 耐火试验方法.....	38

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由河北省质量技术监督局提出。

本标准主要起草单位：河北省产品质量监督检验院、河北省电线电缆技术研究院、京缆电缆有限公司。

本标准参与起草单位：超达电线电缆有限公司、明达线缆集团有限公司、金世纪电缆集团有限公司、泰丰线缆集团有限公司、沧州会友线缆股份有限公司、沧州海达特种电缆有限公司、河北邢台电缆有限责任公司、上海凯波特种电缆料厂有限公司、安徽鹿丰电气科技有限公司、北京倚天凌云科技股份有限公司等。

本标准主要起草人：胡伟、田旭、郭大鹏、郑顺宁、韩凤兰、鲁学志、高青松、王东辉、张世民、李宝华、杨树敏、孟广济、段春来、汪麟、吴海峰、曹明宇、张小满、张伟晓、张普、张世勇。

# 额定电压 0.6 / 1kV 柔性铜芯矿物质绝缘防火电缆通用要求

## 1 范围

本标准规定了额定电压0.6/1kV柔性铜芯矿物质绝缘防火电缆的术语及定义、分类、代号、规格和标记、电缆的一般要求、试验条件、例行试验、抽样试验、电气型式试验、非电气型式试验、检验汇总表、标志和标签、包装、运输和贮存。

本标准适用于额定电压0.6/1kV柔性铜芯矿物质绝缘一般固定布线防火电缆。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

GB/T 451.2-2002 纸和纸板定量的测定

GB/T 451.3-2002 纸和纸板厚度的测定

GB/T 2900.10-2013 电工术语 电缆

GB/T 2951.11-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第11部分：通用试验方法厚度和外形尺寸测量机械性能试验

GB/T 2951.12-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法热老化试验方法

GB/T 2951.13-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第13部分：通用试验方法密度测定方法—吸水试验—收缩试验

GB/T 2951.14-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第14部分：通用试验方法低温试验

GB/T 2951.31-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第31部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法高温压力试验抗开裂试验

GB/T 2951.32-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第32部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法失重试验热稳定性试验

GB/T 3048.4-2007 电线电缆电性能试验方法 第4部分：导体直流电阻试验

GB/T 3048.5-2007 电线电缆电性能试验方法 第5部分：绝缘电阻试验

GB/T 3048.8-2007 电线电缆电性能试验方法 第8部分：交流电压试验

GB/T 3048.9-2007 电线电缆电性能试验方法 第9部分：绝缘线芯火花试验

GB/T 3048.14-2007 电线电缆电性能试验方法 第14部分：直流电压试验

GB/T 3880.1-2012 一般工业用铝及铝合金板 带材 第1部分：一般要求

GB/T 3954-2014 电工圆铝杆

GB/T 3956-2008 电缆的导体

GB/T 5019.2-2009 以云母为基的绝缘材料 第2部分：试验方法

GB/T 5464-2010 建筑材料不燃性试验方法

GB/T 6995.3-2008 电线电缆识别标志方法 第3部分：电线电缆识别标志

GB/T 6995.5-2008 电线电缆识别标志方法 第5部分：电力电缆绝缘线芯识别标志

GB 8624-2012 建筑材料及制品燃烧性能分级

- GB/T 8626-2007 建筑材料可燃性试验方法
- GB/T 12706.1-2008 额定电压1kV (Um=1.2kV) 到35kV (Um=40.5kV) 挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分: 额定电压1kV (Um=1.2kV) 和3kV (Um=3.6kV) 电缆
- GB/T 12914-2008 纸和纸板 抗张强度的测定
- GB/T 14402-2007 建筑材料及制品的燃烧性能燃烧热值的测定
- GB/T 17650.1-1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第1部分: 卤酸气体总量的测定
- GB/T 17650.2-1998 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分: 用测量pH值和电导率来测定气体的酸度
- GB/T 17651.2-1998 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第2部分: 试验步骤和要求
- GB/T 18380.12-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分: 单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法
- GB/T 18380.33-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第33部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A类
- GB/T 18380.34-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第34部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B类
- GB/T 18380.35-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第35部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C类
- GB/T 18380.36-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第36部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 D类
- GB/T 19216.21-2003 在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第21部分: 试验步骤和要求—额定电压0.6/1.0kV及以下电缆
- GB/T 20284-2006 建筑材料或制品的单体燃烧试验
- GB/T 20285-2006 材料产烟毒性危险分级
- GA 306.1-2007 阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第1部分: 阻燃电缆
- GA 306.2-2007 阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第2部分: 耐火电缆
- JB/T 8137 (所有部分) 电线电缆交货盘
- IEC 60684-2: 2011 绝缘软管 第2部分 试验方法
- BS 6387: 2013 电缆在火焰条件下保持线路完整性的耐火试验方法
- BS 6491: 2008 用于烟和热控制系统及特定的其他现役的火灾安全系统部件的大直径电力电缆着火完整性试验方法

### 3 术语及定义

GB/T 2900.10-2013、GB/T 12706.1-2008、GA 306.1-2007和GA 306.2-2007界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 绕包绝缘

由绝缘带螺旋绕包成同心层组成的绝缘。

#### 3.2

##### 防火层

是指具有防火特性基质的合成材料或本身就具有耐高温、不燃或难燃特性材料组成的防护层。

### 3.3

#### 无机矿物质绝缘金属隔离套矿物质护层防火电缆

位于金属护套内的单根或多根线芯的绝缘层由无机矿物带组成,并具有不燃或难燃矿物质防火层的电缆。

### 3.4

#### 无机矿物质绝缘矿物质护层防火电缆

单根或多根线芯的绝缘层由无机矿物带组成,具有不燃或难燃矿物质防火层的电缆。

## 4 分类、代号、规格和标记

### 4.1 额定电压

电缆的额定电压 $U_0/U$ 为0.6/1kV,并符合GB/T 12706.1-2008中第4.1条的规定。

### 4.2 代号

#### 4.2.1 系列代号

固定布线用矿物质绝缘不燃或难燃矿物质护层耐火防火电缆.....	FB
无金属护套固定布线用矿物质绝缘不燃或难燃矿物质护层耐火防火电缆.....	FBB
导体代号	
铜导体.....	T(省略)

#### 4.2.2 绝缘代号

绕包矿物绝缘.....	T
-------------	---

#### 4.2.3 隔离套代号

有金属隔离套(铝).....	L
无金属隔离套.....	省略

#### 4.2.4 外护套代号

聚氯乙烯外套.....	V
聚烯烃外套.....	Y

#### 4.2.5 产品特性代号

无金属套.....	R
有金属套.....	省略

#### 4.2.6 燃烧特性代号

有卤.....	省略
无卤.....	W
低烟.....	D

低毒.....U  
 耐火.....N  
 阻燃Z(A类、B类、C类、D类).....ZA、ZB、ZC、ZD

注：Z为单根阻燃，仅用于基材不含卤素的产品，基材含有卤素的Z省略。

4.3 产品分类

4.3.1 电缆规格

电缆规格见表1。

表 1 电缆规格表

额定电压, kV	芯数	标称截面, mm <sup>2</sup>
0.6/1	1	1.5~630
	2	1.5~300
	3	1.5~300
	4	1.5~300
	5	1.5~300
	3+1	主线：4~300
	3+2	主线：4~300
	4+1	主线：4~300

注：表中给出的规格是优先选用规格，客户可以根据设计要求另行选择。

4.3.2 产品标记

电缆用燃烧特性代号、系列代号、绝缘材料代号、隔离套代号、产品特性代号、外护套材料代号、额定电压、标称截面积和执行标准等进行标记，见图1。

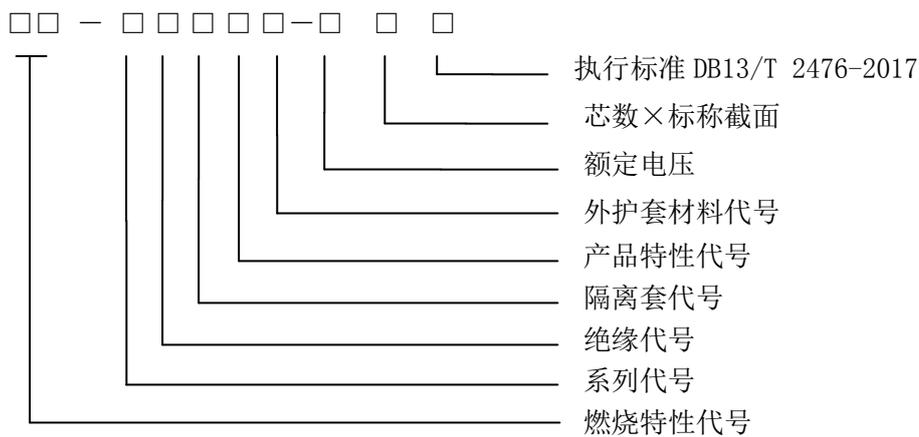


图 1 产品标记

示例：

- a) 柔性铜芯导体绕包矿物质绝缘铝金属隔离套防火矿物质护层聚烯烃外护套耐火防火电缆。固定布线敷设，额定电压 0.6/1kV 5×120 mm<sup>2</sup> 和执行标准 DB13/T 2476-2017，表示为：N-FBTLTY-0.6/1kV 5×120 DB13/T

2476-2017 柔性铜芯导体绕包矿物质绝缘铝金属隔离套防火矿物质内护套无卤低烟聚烯烃外护套阻燃 A 类耐火防火电缆。固定布线敷设，额定电压 0.6/1kV  $3 \times 70+1 \times 35 \text{ mm}^2$  和执行标准 DB13/T 2476-2017，表示为：  
N-FWDZA-BTLY-0.6/1kV  $3 \times 70+1 \times 35$  DB13/T 2476-2017

- b) 柔性铜芯导体绕包矿物质绝缘防火矿物质内护套聚氯乙烯外护套耐火防火电缆。固定布线敷设，额定电压 0.6/1kV  $4 \times 95+1 \times 50 \text{ mm}^2$  和执行标准 DB13/T 2476-2017，表示为：N-FBBTRV-0.6/1kV  $4 \times 95+1 \times 50$  DB13/T 2476-2017
- c) 柔性铜芯导体绕包矿物质绝缘防火矿物质内护套无卤低烟聚烯烃外护套耐火 A 类耐火防火电缆。固定布线敷设，额定电压 0.6/1kV  $1 \times 185 \text{ mm}^2$  和执行标准 DB13/T 2476-2017，表示为：WDNZA-FBBTRY-0.6/1kV  $1 \times 185$  DB13/T 2476-2017

#### 4.4 使用导则

##### 4.4.1 电缆安装时的环境温度及安装时间

具有聚氯乙烯外护套电缆，安装时的环境温度不低于 $0^{\circ}\text{C}$ 。  
防火型矿物质内护层填充电缆，应在生产日期6个月内布线固定敷设完成。  
贮存时，端部应密封，防止矿物质防火层固化影响敷设。

##### 4.4.2 电缆安装时的最小弯曲半径

电缆安装时的最小弯曲半径见表2。

表 2 电缆安装时的最小允许弯曲半径

电缆外径 D /mm	$D \leq 12$	$12 < D \leq 20$	$20 < D \leq 40$	$D > 40$
电缆最小弯曲半径	8D	12D	16D	20D
靠近连接盒和终端的最小弯曲半径（但弯曲要小心，如采用成型导板等）	6D	10D	13D	18D
注：D—成品电缆的实际外径。				

##### 4.4.3 导体运行最高温度

导体正常运行最高温度 $90^{\circ}\text{C}$ ，短路最高温度 $250^{\circ}\text{C}$ （持续时间最长5s），云母带绕包绝缘应与之相适配。

## 5 电缆的一般要求

### 5.1 导体

导体应符合GB/T 3956-2008的要求， $6\text{mm}^2$ 及以下采用第1种镀金属层或不镀金属层的退火实心铜导体； $6\text{mm}^2$ 以上采用第2种镀金属层或不镀金属层的退火绞合铜导体。

导体的结构及直流电阻应符合GB/T 3956-2008的规定。

### 5.2 绝缘

#### 5.2.1 组成材料

绝缘材料应由云母带或云母带和相适应的材料组成，通用类产品采用双面合成云母带，低烟无卤以及低毒类产品采用双面煅烧云母带，也可以采用与之相适应的材料（例如硅胶或聚烯烃瓷化胶带等低烟无卤高阻燃带），组成物应具有耐高低温等化学稳定性，对金属材料无腐蚀作用。其性能应符合附录A和附录B的规定。

### 5.2.2 绝缘层

绝缘带应紧密重叠绕包在导体上，绕包表面应圆整，不应有卷边、飞边等不良缺陷，且易剥离而不损伤绝缘、导体。

绝缘标称厚度应符合表3的规定。

表 3 绝缘标称厚度

导体标称截面 mm <sup>2</sup>	绝缘厚度标称值 mm	导体标称截面 mm <sup>2</sup>	绝缘厚度标称值 mm
1.5	0.9	95	1.3
2.5	0.9	120	1.3
4	1.0	150	1.5
6	1.0	185	1.5
10	1.1	240	1.5
16	1.1	300	1.8
25	1.2	400	1.8
35	1.2	500	2.0
50	1.3	630	2.0
70	1.3	---	---

### 5.2.3 绝缘电阻

常温下电缆的绝缘电阻（MΩ）与电缆长度的乘积不应小于100MΩ·km，当电缆的长度小于100米时，测量的绝缘电阻应不低于1000MΩ。工作温度条件下绝缘电阻见表4。

表 4 工作温度下绝缘电阻

导体标称截面 mm <sup>2</sup>	导体种类	工作温度下最小绝缘电阻 MΩ·km	导体标称截面 mm <sup>2</sup>	导体种类	工作温度下最小绝缘电阻 MΩ·km
1.5	1、2	14	95	2	6
2.5	1、2	13	120	2	5
4	1、2	12	150	2	5
6	1、2	11	185	2	5
10	2	10	240	2	4

表4 工作温度下绝缘电阻（续）

导体标称截面 mm <sup>2</sup>	导体种类	工作温度下最小绝缘电阻 MΩ·km	导体标称截面 mm <sup>2</sup>	导体种类	工作温度下最小绝缘电阻 MΩ·km
16	2	8	300	2	4
25	2	8	400	2	4
35	2	7	500	2	3
50	2	7	630	2	3
70	2	6	--	--	--

#### 5.2.4 绝缘线芯火花试验

绝缘线芯应经受表5规定的火花试电。

表5 绝缘线芯火花试验电压

绝缘标称厚度 $\delta$ /mm	试验电压, kV	
	工频火花试验	直流火花试验
$0.25 < \delta \leq 0.5$	4	6
$0.5 < \delta \leq 1.0$	6	9
$1.0 < \delta \leq 1.5$	10	15
$1.5 < \delta \leq 2.0$	15	23
$2.0 < \delta \leq 2.5$	20	30
$2.5 < \delta$	25	38

### 5.3 金属隔离套（仅限于有铝金属隔离套产品）

#### 5.3.1 材料

采用挤压拉拔工艺生产用铝材料应符合GB/T 3954-2014中的A2或A4型号的电工圆铝杆；采用焊接工艺生产用铝材料应符合GB/T 3880.1-2012中1060状态为O或H12的铝带。

#### 5.3.2 工艺

铝隔离套用挤拉或焊接工艺生产，16mm<sup>2</sup>以上在绝缘线芯上直接挤拉或焊接铝金属隔离套，16mm<sup>2</sup>及以下（包括3+1、4+1、3+2结构中，其中一芯是16mm<sup>2</sup>）应成缆后进行同心式铝隔离套的挤拉或焊接。

同心式挤拉或焊接铝隔离套可以是轧纹和光面，轧纹深度应不伤绝缘、节距均匀。铝隔离套表面应光滑、圆整，不应有砂眼、漏气、进水的任何不良缺陷。

#### 5.3.3 金属隔离套厚度

金属隔离套平均厚度应不小于表6规定的标称厚度，最薄点不小于标称厚度的80%。轧纹不能影响其平均厚度和最薄点。

表6 金属隔离套厚度

单芯		多芯	
隔离套前假设直径 $D_{cl}$ mm	金属隔离套标称厚度 mm	隔离套前假设外径 $D_{cl}$ mm	金属隔离套标称厚度 mm
$D \leq 10$	0.8	$D \leq 10$	0.9
$10 < D \leq 20$	1.0	$10 < D \leq 20$	1.0
$20 < D \leq 30$	1.2	$20 < D \leq 40$	1.2
$30 < D$	1.5	$40 < D$	1.5

注： $D_{cl}$ —指金属隔离套前假设直径计算见附录C。

### 5.3.4 非金属防腐层

为防止铝金属隔离套或绝缘层与矿物质防火材料的腐蚀和吸湿及便于线芯分色,可挤包一层非金属防腐分色层,材料可选用交联聚乙烯材料还可以选择GB/T 12706.1-2008中的ST2、ST8材料。

非金属防腐层厚度的最薄点应不小于0.6mm。

## 5.4 防火层挤出填充和成缆填充

### 5.4.1 挤出填充

#### 5.4.1.1 防火层材料

应由适合电缆运行温度的防火矿物质(氢氧化镁或氢氧化铝)混合料组成,并和电缆绝缘材料相容,适合防火特性,具有耐高温、不燃或难燃、无烟或低烟、无毒等防火作用,混合料的主要性能指标应满足附录D的要求。

#### 5.4.1.2 防火层挤出工艺

防火层挤出的矿物质具有填充和挤包功能,挤出的矿物质连续均匀,填充成缆边隙充实,外观圆整,挤出后应绕包与电缆耐火特性相适应的合适包带。挤出层标称厚度见表7。

平均厚度应不小于标称厚度,最薄处厚度不低于标称厚度的80%。

### 5.4.2 成缆填充

对于标称面积 $16\text{mm}^2$ 及以下的成缆产品的填充材料应选用具有防火特性适合电缆运行温度并和电缆绝缘材料相容。

对于标称面积 $16\text{mm}^2$ 以上的二芯及以上成缆产品的边隙应由防火矿物质填充。

成缆填充应密实、圆整。

填充型或无填充型防火层的标称厚度见表7。

表 7 挤出防火层标称厚度

挤出前假设计算外径 $D_B$ /mm	标称厚度, mm	
	单芯及无防火层填充型	有防火层填充型
$D_B \leq 15$	0.8	0.6
$15 < D_B \leq 20$	0.9	0.6
$20 < D_B \leq 30$	1.0	0.8
$30 < D_B$	1.2	1.0

注： $D_B$ —指防火层挤出前假设直径计算见附录C。

## 5.5 非金属外护套

### 5.5.1 材料

外护套材料应符合GB/T 12706.1-2008中ST2、ST8的要求：

- 在没有特殊要求的场合采用热塑性的 ST2 聚氯乙烯材料；
- 如果要求在火灾时电缆能阻止电缆的燃烧、发烟少以及没有卤素气体释放，应采用无卤型的护套材料 ST8；
- 在特殊条件下（例如为了防鼠、防白蚁）使用的外护套，可在配方中加入化学添加剂。但这些添加剂应对人类及环境无害。

注：有些添加剂不希望采用。

例如：氯甲桥萘（艾氏剂）：1、2、3、4、10、10-六氯代-1、4、4a、5、8、8a-六氢化-1、4、5、8-二甲桥萘；氧桥氯甲桥萘（狄氏剂）：1、2、3、4、10、10-六氯代-6、7-环氧-1、4、4a、5、6、7、8、8a-八氢-1、4、5、8-二甲桥萘；六氯化苯（高丙体六六六）：1、2、3、4、5、6-六氯代-环乙烷 $\gamma$  异构体（来源于《工业材料中的危险品》N. I. Sax，第五版，Van Nostrand Reinhold ISBN 0-442-27373-8）。

### 5.5.2 非金属外护套厚度

非金属外护套平均厚度不应小于表8规定的标称值，最薄点厚度不小于厚度标称值的85%~0.1mm。

表 8 非金属外护套厚度标称值

外护套前假设直径 $D$ /mm	外护套厚度标称值, mm
$D \leq 20$	1.8
$20 < D \leq 25$	1.9
$25 < D \leq 30$	2.0
$30 < D \leq 50$	2.6
$50 < D \leq 70$	2.8
$70 < D$	3.1

注： $D$ —指外护套前假设直径计算见附录C。

## 6 试验条件

## 6.1 环境温度

除非另有规定，试验应在环境温度（20±15）℃下进行。

## 6.2 工频试验电压的频率和波形

工频试验电压的频率为49Hz~61Hz。波形基本上为正弦波，引用值为有效值。

## 7 例行试验（R）

### 7.1 概述

例行试验通常应在每一个电缆制造长度上进行。根据购买方和制造方达成的质量控制协议，可以减少试验电缆的根数。

本标准要求的例行试验为：

- a) 导体电阻测量，见 7.2；
- b) 电压试验，见 7.3；
- c) 绝缘线芯火花试验，见 7.4。

### 7.2 导体电阻

按照GB/T 3048.4-2007的规定进行，应符合5.1条要求。

### 7.3 电压试验

#### 7.3.1 概述

电压试验应在环境温度下进行。制造方可选择采用工频交流电压或直流电压。

#### 7.3.2 试验

电压试验选用工频交流试验时，按照GB/T 3048.8-2007规定进行；选用直流电压试验时，按照GB/T 3048.14-2007规定进行。

##### 7.3.2.1 单芯电缆试验步骤

单芯有金属护套电缆的试验电压应施加在导体与金属护套之间，时间为5min。

单芯无金属护套电缆应将其浸入室温水1h，在导体和水之间施加试验电压5min。

##### 7.3.2.2 多芯电缆试验步骤

对于绝缘外有金属层的多芯电缆，在每一相导体与每一相金属层施加试验电压5min。

对于绝缘外无金属层的多芯电缆，应依次在每一绝缘导体对其余导体和金属层（若有）之间施加试验电压5min。

导体可适当地连接在一起依次施加试验电压进行电压试验以缩短总的试验时间，只要连接顺序可以保证电压施加在每一相导体和金属层（若有）之间至少5min而不中断。

#### 7.3.3 试验电压

试验电压如表9。

表9 例行试验电压

额定电压 $U_0/U$ /kV	0.6/1
工频交流试验电压 /kV	3.5

当电压试验采用直流电压时，直流电压值应为工频交流电压值的2.4倍。  
在任何情况下，电压都应逐渐升高到规定值。

#### 7.3.4 要求

绝缘应无击穿。

#### 7.4 绝缘线芯火花试验

##### 7.4.1 概述

绝缘线芯生产过程应经受火花试验。火花试验电压符合表5规定。

##### 7.4.2 试验

试验应按GB/T 3048.9-2007规定进行。

##### 7.4.3 要求

绝缘应无击穿。

### 8 抽样试验(S)

#### 8.1 抽样试验项目

本标准要求的抽样试验包括：

- a) 导体检查，见 8.4.1；
- b) 尺寸检查，见 8.4.2、8.7；
- c) 弯曲试验，见 8.5；
- d) 压扁试验，见 8.6；
- e) 气密性试验，见 8.7 仅含金属隔离套电缆；
- f) 耐火试验，见 8.8。

#### 8.2 抽样试验频度

##### 8.2.1 导体检查和尺寸检查

导体检查，绝缘和护套厚度测量以及电缆外径的测量应在每一批同一型号和规格电缆中的一根制造长度的电缆上进行，但应限制不超过合同长度数量的10%。

##### 8.2.2 物理试验

应按商定的质量控制协议，在制造电缆长度上取样进行试验。若无协议，对于总长度大于2 km的多芯电缆或4 km的单芯电缆测试按表10进行。

表 10 抽样试验样品数量

电缆长度 L/km		样品数
多芯电缆	单芯电缆	
2<L≤10	4<L≤20	1
10<L≤20	20<L≤40	2
20<L≤30	40<L≤60	3
余类推	余类推	余类推

### 8.3 复试

如果任一试样不符合第8章规定的任一试验要求，应从同一批中再取两个附加试样就不合格项目重新试验。两个附加试样都应合格，则该批电缆才应被认为符合本标准要求。如果附加试样中有一个试样不合格，则认为抽取该试样的这批电缆不符合本标准要求。

### 8.4 试验方法

#### 8.4.1 导体检查

应采用检查或可行的测量方法检查导体结构是否符合GB/T 3956-2008要求。

#### 8.4.2 绝缘、护套（金属、非金属）厚度的测量

##### 8.4.2.1 概述

为试验而选取的每根电缆长度可用一段电缆来代表，如有必要，应将可能损伤的部分电缆先从该端截除。

对于超过三芯的等截面电缆，测量的绝缘线芯数目应限制在任意三个绝缘线芯上，或取总绝缘线芯数的10%，但应选取其中大的测量数。

##### 8.4.2.2 绝缘的要求

采用纸带法测量绝缘线芯的外径和导体外径，然后计算绝缘平均厚度，以mm为单位，精确到小数点后一位；每一段绝缘线芯，绝缘厚度测量值的平均值，在按GB/T 12706.1-2008附录B（数值修约）修约到0.1 mm后，应不小于规定的标称厚度。

##### 8.4.2.3 非金属防腐层要求

应按GB/T 2951.11-2008第8章规定的方法进行测量，其厚度测量值的最薄点，按GB/T 12706.1-2008附录B（数值修约）的规定修约到0.1 mm，应满足5.3.4的要求。

##### 8.4.2.4 金属隔离套厚度测量（仅适用于有金属隔离套电缆）

应根据制造方的意见选用下列方法之一测量金属隔离套厚度，金属隔离套厚度平均值不小于标称厚度，其最薄点不小于标称厚度的80%：

###### a) 窄条法要求如下：

1) 应使用平头千分尺测量，测量头平面直径为4mm~8mm，测量精度为0.01 mm；

2) 从电缆上取下50mm长的护套试样, 对其进行测量。试样应沿轴向剖开并仔细展平, 将试样擦拭干净后, 应沿展平的试样的圆周方向距边缘至少10mm进行测量。应测取足够多的数值, 但不少于3个数值, 以保证测量到最小厚度。

b) 圆环法要求如下:

1) 测量时应使用具有一个平头和一个球形测头的千分尺, 或具有一个平测头和一个长为2.4mm宽为0.8mm的平矩形测头的千分尺, 测量时球形测头或矩形测头放在护套环内侧。千分尺的精度为0.01mm;

2) 测量应在从样品上仔细取下的环形护套上进行, 应在圆周上测量足够多的点, 但不少于3个数值, 以保证测量到最小厚度。

#### 8.4.2.5 矿物质防火层厚度测量

从电缆上取样, 样品可以包含防火层的保护层, 不破坏防护层整体连续性, 样品的防火层完全固化后(可以通过加热的方式使其固化), 采用精度为0.01mm的游标卡尺, 按照GB/T 2951.11-2008第8章规定的测量步骤进行防火层厚度测量。

其厚度测量值的平均值, 按GB/T 12706.1-2008附录B(数值修约)的规定修约到0.1mm, 应不小于表8规定的标称厚度。其最小测量值应不低于规定标称值的80%。

### 8.5 弯曲试验

#### 8.5.1 概述

试样应在生产后6个月内, 防火层没有完全固化前进行, 试样长度1m, 试验在专用弯曲试验机上进行。试验方法见附录E。

#### 8.5.2 要求

试样经弯曲试验后目测检查, 试样的金属护套应无裂纹。

将经弯曲试验后的试样端部密封后, 弯曲部分浸入水中1h后取出, 在导体之间及全部导体和金属隔离套之间分别施加试验交流电压3500V, 持续时间5min不应被击穿。

将电缆非金属外护套(包括其他任何绕包或挤包护层)剥开, 防火层应连续, 不能有明显脱落、裂纹和严重变形, 允许有轻微变形, 防火层平均厚度应不低于表7规定的标称厚度的90%; 金属隔离套表面, 不应有明显的裂纹和沙眼现象, 允许有轻微的表面细纹。

### 8.6 压扁试验

#### 8.6.1 概述

电缆固化后(允许加热进行固化), 剥去外护套包括防火层以外的绕包或挤包层(允许有不影响防火层压扁试验的不能剥离的粘连物)的电缆试样, 试样长度1m, 在带有刻度可调的铁砧间上进行试验, 试验方法见附录F。

#### 8.6.2 要求

试样经压扁试验后进行目测检查, 防火层无明显的裂纹, 允许有轻微的表面细纹和变形, 压扁后试样防火层的平均厚度应不低于表7所规定的标称厚度与压扁系数的乘积。

有金属隔离套应剥开, 查看金属隔离套, 无裂纹。将经压扁试验后带有金属隔离套单个线芯或多个绞合线芯端部密封, 压扁部分浸入水中1h, 在导体之间及全部导体和铝金属隔离套之间分别施加试验电压, 0.6/1kV电缆施加交流电压3500V, 持续时间5min, 不应击穿。

## 8.7 气密性试验

### 8.7.1 概述

对有金属隔离套的完整性应进行抽样检查, 试验应剥去金属隔离套后所有防护层才能进行金属隔离套的完整性检查, 试样长度不低于30m, 也可在任一生产长度上进行, 绝缘线芯外直接挤拉或焊接金属隔离套的为确保所充入的气压保持均匀, 其试验长度最长不能超过1000m, 生产过程在抽样检查合格后才能进行后续工序的生产, 试验方法见附录G。

### 8.7.2 要求

电缆任一端气压应不下降。

## 8.8 耐火试验

### 8.8.1 步骤

检测应在电缆批量产品抽取的样品上, 按照BS6387: 2013和BS8491: 2008规定的耐火步骤进行(若客户有要求, 还应按GB/T 19216.21-2003进行耐火试验)。试验方法见附录H。

### 8.8.2 要求

电缆外径20mm及以下符合BS 6387: 2013的单纯耐火、耐火加水、耐火机械振动在同一根试样上按C、W、Z的顺序进行试验后, 线路保持完整。

电缆外径20mm以上符合BS 8491: 2008规定进行试验, 线路应保持完整。

## 9 电气型式试验(T)

### 9.1 概述

取成品电缆试样长度10m到15 m, 3芯及以下产品对每个绝缘线芯进行试验, 3芯以上产品试验三个绝缘线芯。

应依次进行下列试验:

- a) 环境温度下成品电缆绝缘电阻测量, 见 9.2;
- b) 工作温度下成品电缆绝缘电阻测量, 见 9.3;
- c) 4h 电压试验, 见 9.4。

### 9.2 环境温度下成品电缆绝缘电阻测量

#### 9.2.1 概述

该试验可在任何其他电气试验之前的试验样品上进行, 测试直流电压为80V~500V, 并施加足够长的时间, 以达到合理稳定的测量, 但不少于1min也不大于5min, 有金属隔离套的测量应在每根导体和金属护套之间进行; 无金属隔离套二芯及以上电缆, 应在两导体之间进行, 无金属隔离套单芯电缆应浸水至少1h, 测量应在导体与水之间进行。

#### 9.2.2 步骤

按照GB/T 3048.5-2007规定进行。

#### 9.2.3 要求

满足5.2.3的规定值。

### 9.3 工作温度下成品电缆绝缘电阻测量

#### 9.3.1 概述

该试验可在任何其他电气试验之前的成品试验样品上进行,电缆试样在试验前应浸在正常运行温度时,导体最高温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的水中至少1h。测试直流电压为80V~500V,并施加足够长的时间,以达到合理稳定的测量,但不少于1min也不大于5min,有金属隔离套的测量应在每根导体和金属护套之间进行;无金属隔离套二芯电缆及以上电缆,应在两导体之间进行,无金属隔离套单芯电缆应浸水至少1h,测量应在导体与水之间进行。

#### 9.3.2 步骤

按照GB/T 3048.5-2007规定进行。

#### 9.3.3 要求

满足5.2.3的规定值。

### 9.4 4 h 电压试验

#### 9.4.1 步骤

电缆样品应在试验前在环境温度条件下至少存放1 h。

按照GB/T 3048.8-2007规定的接线方式,在导体与导体之间和导体与金属护套之间,分别施加2.4kV的工频电压,电压应逐渐升高并持续4 h。

#### 9.4.2 要求

绝缘应不击穿。

## 10 非电气型式试验(T)

非电气型式试验见表11。

### 10.1 绝缘厚度测量

#### 10.1.1 取样

小心取出绝缘线芯,每一根线芯均进行测量。

#### 10.1.2 步骤

用纸带测量绝缘线芯的外径和导体外径,然后计算绝缘平均厚度,以mm为单位,精确到小数点后一位。

#### 10.1.3 要求

见5.2.2规定。

### 10.2 非金属防腐层厚度测量

#### 10.2.1 取样

小心取出线芯，每一根线芯均进行测量。

#### 10.2.2 步骤

应按GB/T 2951.11-2008中8.2规定进行测量。

#### 10.2.3 要求

见5.3.4规定。

### 10.3 金属隔离套厚度测量（适用于有金属隔离套产品）

#### 10.3.1 取样

从电缆一端垂直电缆轴线截取试样，试样长度应不大于100mm。分相金属隔离套每一相均进行测量。

#### 10.3.2 步骤

见8.4.2.4。

#### 10.3.3 要求

见5.3.3规定

### 10.4 防火层厚度测量

#### 10.4.1 取样

每根电缆取一个样品。

#### 10.4.2 步骤

试样可以是一段完整的电缆，采用精度为0.01mm的游标卡尺进行测量，按照GB/T 2951.11-2008第8章规定的测量步骤进行。以mm为单位，精确到小数点后一位。

#### 10.4.3 要求

见5.4.1.2规定。

### 10.5 非金属外护套厚度测量

#### 10.5.1 取样

每根电缆取一个样品。

#### 10.5.2 步骤

应按GB/T 2951.11-2008中8.2条规定进行测量。

#### 10.5.3 要求

见5.5.2规定。

### 10.6 非金属外护套老化前后机械性能试验

#### 10.6.1 取样

应按GB/T 2951.11-2008中9.2条规定进行取样及制备试片。

#### 10.6.2 老化处理

在表14规定的条件下，按GB/T 2951.12-2008中8.1条的规定进行老化处理。

#### 10.6.3 预处理和机械试验

按GB/T 2951.11-2008中9.2条规定进行预处理和机械性能试验。

#### 10.6.4 要求

对于未老化和经老化后的试片，试验结果应满足表12的要求。

### 10.7 成品电缆段的附加老化试验

#### 10.7.1 概述

本试验旨在检验运行中电缆非金属护套与电缆中其他部件接触时有无劣化倾向。

#### 10.7.2 取样

按GB/T 2951.12-2008中8.1.4条规定从成品电缆上截取样品。

#### 10.7.3 老化处理

按GB/T 2951.12-2008中8.1.4条的规定，在空气烘箱中进行电缆样品老化处理。老化条件如下：

--- 温度：高于电缆正常运行时导体最高温度(见4.4.3)  $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ；

--- 时间：168 h。

#### 10.7.4 机械试验

取自老化后电缆段试样的护套试片，按GB/T 2951.12-2008的8.1.4条进行机械性能试验。

#### 10.7.5 要求

老化前和老化后抗张强度中间值与断裂伸长率中间值的变化率(见10.6)，应不超过空气烘箱老化后的规定值，非金属护套的规定值见表12。

### 10.8 ST2型PVC外护套热失重试验

#### 10.8.1 步骤

按GB/T 2951.32-2008中8.2条规定取样和进行试验。

#### 10.8.2 要求

试验结果应满足表13的要求。

### 10.9 外护套高温压力试验

#### 10.9.1 步骤

按GB/T 2951.31-2008第8章规定进行高温压力试验，试验条件和方法见表13。

### 10.9.2 要求

试验结果应满足GB/T 2951.31-2008第8章的要求。

### 10.10 外护套低温试验

#### 10.10.1 步骤

按GB/T 2951.14-2008第8章规定取样和进行试验，试验温度见表13。

#### 10.10.2 要求

试验结果应满足GB/T 2951.14-2008第8章要求。

### 10.11 ST2型PVC外护套抗开裂（热冲击）试验

#### 10.11.1 步骤

按GB/T 2951.31-2008第9章规定进行取样和试验，试验条件和方法见表13。

#### 10.11.2 要求

试验结果应满足GB/T 2951.31-2008第9章的要求。

### 10.12 ST8型外护套吸水试验

#### 10.12.1 步骤

按GB/T 2951.13-2008第9.1条（重量法）规定进行取样和试验，试验条件和方法见表13。

#### 10.12.2 要求

应满足表13的要求。

### 10.13 不延燃性

#### 10.13.1 电缆的单根阻燃试验

该试验适用于ST2型PVC外护套的电缆，按照表14试验。

试验方法和要求应符合GB/T 18380.12-2008的规定。

#### 10.13.2 电缆的成束燃烧试验

阻燃电缆（有卤）按照阻燃特性分ZA、ZB、ZC、ZD四个级别，其成束阻燃性能应符合表16的规定。

阻燃电缆（低烟无卤）按照阻燃特性分为四个级别，单根阻燃Z，其阻燃性能应符合表14的规定；成束阻燃ZA、ZB、ZC、ZD，其成束阻燃性能应符合本标准表16的规定。

试验方法和要求应符合GB/T 18380.33~36-2008的规定。

### 10.14 烟密度试验

该试验适用于ST8型无卤护套的电缆。

试验方法和要求应满足GB/T 17651.2-1998的要求。

### 10.15 酸气含量试验

该试验适用于ST8型无卤护套的电缆。

#### 10.15.1 步骤

试验方法应符合GB/T 17650.1-1998的规定。

#### 10.15.2 要求

试验结果应满足表14的要求。

#### 10.16 pH值和电导率试验

该试验适用于ST8型无卤护套的电缆。

#### 10.16.1 步骤

试验方法应符合GB/T 17650.2-1998的规定。

#### 10.16.2 要求

试验结果应满足表14的要求。

#### 10.17 氟含量试验

该试验适用于ST8型无卤护套的电缆。

#### 10.17.1 步骤

试验方法应符合IEC 60684-2: 2011的规定。

#### 10.17.2 要求

试验结果应符合表14的要求。

#### 10.18 耐火试验

#### 10.18.1 取样

按附录H的要求。

#### 10.18.2 步骤

按附录H的要求。

#### 10.18.3 要求

按附录H的要求。

#### 10.19 低毒性试验

该试验适用于有低毒性要求的电缆。

#### 10.19.1 步骤

将电缆涉及有毒成份的所有材料，按照GB/T 20285-2006中ZA2要求的指标进行测试。

#### 10.19.2 要求

试验结果应满足GB/T 20285-2006中ZA2的要求。

## 11 检验汇总表

电缆检验分例行试验、抽样试验和型式检验，检验项目见表17。

表 11 非电气型式试验

序号	试验项目	ST2	ST8
1	尺寸		
1.1	厚度测量	×	×
2	机械性能（抗张强度和断裂伸长率）		
2.1	老化前	×	×
2.2	空气烘箱老化后	×	×
2.3	成品电缆段附加老化	×	×
3	热塑性能		
3.1	高温压力试验（凹痕）	×	×
3.2	低温性能	×	×
4	其他各类试验		
4.1	空气烘箱失重	×	-
4.2	热冲击试验（开裂）	×	-
4.3	吸水试验	-	×
5	不延燃试验		
5.1	电缆的单根阻燃试验（要求时）	×	-
5.2	电缆的成束燃烧试验	-	×
6	弯曲试验	×	×
7	压扁试验	×	×
8	气密性试验	×	×
9	烟密度试验	-	×
10	酸气含量试验	-	×
11	pH值和电导率	-	×
12	氟含量试验	-	×
13	低毒性试验	-	×
注1：×表示型式试验项目。			
注2：具体试验见表12到16。			

表 12 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	指标	
			ST2	ST8
0	正常运行时导体最高温度	℃	90	90
1	老化前（GB/T 2951.11—2008 中 9.2 条）			
1.1	抗张强度， 最小	N/mm <sup>2</sup>	12.5	9.0
1.2	断裂伸长率， 最小	%	150	125
2	空气烘箱老化后（GB/T 2951.12—2008 中 8.1）			
2.1	处理			
	——温度（偏差±2℃）	℃	100	100
	——持续时间	h	168	168
2.2	抗张强度			
	a) 老化后数值， 最小	N/mm <sup>2</sup>	12.5	9.0
	b) *变化率， 最大	%	±25	±40
2.3	断裂伸长率			
	a) 老化后数值， 最小	%	150	100
	b) *变化率， 最大	%	±25	±40
*变化率：老化前后得出的中间值之差值除以老化前中间值，以百分数表示。				

表 13 护套混合料特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	指标	
			ST2	ST8
1	空气烘箱中失重试验 (GB/T 2951.32—2008 中 8.2)			
1.1	处理			
	—温度 (偏差±2℃)	℃	100	--
	—持续时间	h	168	--
1.2	最大允许损失重量	mg/cm <sup>2</sup>	1.5	--
2	高温压力试验 (GB/T 2951.31—2008 中第 8 章)			
	— 温度 (偏差±2℃)	℃	90	90
3	低温性能试验* (GB/T 2951.14—2008中第8章)			
3.1	未经老化前进行试验			
	—直径<12.5 mm的冷弯曲试验			
	—温度 (偏差±2℃)	℃	-15	-15
3.2	哑铃片的低温拉伸试验			
	—温度 (偏差±2℃)	℃	-15	-15
3.3	低温冲击试验			
	—温度 (偏差±2℃)	℃	-15	
4	抗开裂试验 (热冲击试验) (GB/T 2951.31—2008中第9章)			
4.1	—温度 (偏差±3℃)	℃	150	
4.2	—持续时间	h	1	
5	吸水试验 (GB/T 2951.13—2008中第9.1章)			
5.1	温度 (偏差±2℃)	℃		70
5.2	持续时间	h		24
5.3	最大增加质量	mg/cm <sup>2</sup>		10
注: *因气候条件, 购买方可以要求采用更低的温度。				

表 14 ST8 护套混合料试验方法和要求

序号	试验项目	单位	要求
1	酸气含量试验 (GB/T 17650.1-1998)		
1.1	溴和氯含量 (以HCL表示), 最大值	%	0.5
2	氟含量试验 (IEC 60684-2: 2011)		
2.1	氟含量, 最大值	%	0.1
3	烟密度试验, 透光率, 最小值	%	60
4	pH值和电导率试验 (GB/T 17650.2-1998)		
4.1	pH值, 最小值	/	4.3
4.2	电导率, 最大值	$\mu$ S/mm	10
5*	低毒性 (GB/T 20285-2006 标准中安全级 ZA2)		麻醉性: 实验小老鼠30min染毒期内 无死亡 (包括染毒后1h内); 刺激性: 实验小老鼠在染毒后3天内 平均体重恢复。
注: *有低毒性要求时。			

表 15 单根阻燃性能要求

代号	试样外径 D/m	供火时间 ,s	合格指标	试验方法
Z	$D \leq 25$	60	试样烧焦应不超过距上夹具下 缘50mm~540mm的范围之外。	GB/T 18380.12-2008
	$25 < D \leq 50$	120		
	$50 < D \leq 75$	240		
	$D > 75$	480		

表 16 成束燃烧性能要求

代号	试样非金属材料体积 L/m	供火时间 ,min	合格指标	试验方法
ZA	7	40	1) 试样上炭化的长度最大不应 超过距喷嘴底边向上2.5m。	GB/T 18380.33-2008
ZB	3.5	40		GB/T 18380.34-2008
ZC	1.5	20	2) 停止供后试样上有火焰燃烧 时间不应超过1h。	GB/T 18380.35-2008
ZD <sup>a</sup>	0.5	20		GB/T 18380.36-2008
注: a表示ZD适用于试样外径不大于12mm的产品。				

表 17 检验项目汇总表

序号	检验项目		检验类型	技术要求	试验方法
1	导体	结构检查	S、T	5.1	8.4.1
		20℃时导体直流电阻	R、T	5.1	7.2
2	成品电压试验		R	7.3	7.3
3	电缆4h电压试验		T	9.4	9.4
4	绝缘	线芯绝缘厚度	S、T	5.2.2	8.4.2.2
		环境温度下绝缘电阻	T	5.2.3	9.2
		工作温度下绝缘电阻	T	5.2.3	9.3
		绝缘火花试验	R	5.2.4	7.5
5	金属隔离套厚度		S、T	5.3.3	8.4.2.4
6	非金属防腐层最薄厚度		S、T	5.3.4	8.4.2.3
7	非金属防火层	填充密实及连续性	S、T	5.4	目测
		防火层平均厚度及最薄厚度	S、T	5.4.1.2	8.4.2.5
8	非金属外护套厚度		S、T	5.5.2	8.4.2.3
9	非金属外护套其它性能	老化前后机械性能试验	T	表12	10.6
		成品电缆段附加老化试验	T	表12	10.7
		热失重试验	T	表13	10.8
		高温压力试验	T	表13	10.9
		低温试验	T	表13	10.10
		抗开裂(热冲击)试验	T	表13	10.11
		吸水试验**	T	表13	10.12
		酸气含量试验	T	表14	GB/T 17650.1-1998
		烟密度试验**	T	表14	GB/T 17651.2-1998
		PH值和电导率试验**	T	表14	GB/T 17650.2-1998
		氟含量试验**	T	表14	IEC 60684-2: 2011
低毒试验***	T	表14	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2		
10	弯曲试验		S、T	8.5.2	8.5
11	压扁试验		S、T	8.6.2	8.6
12	气密性试验		S、T	8.7.2	8.7
13	单根阻燃试验***		T	10.13.1	10.13.1
14	成束燃烧试验***		T	10.13.2	10.13.2
15	耐火试验		S、T	8.8.2	8.8
16	低毒试验***		T	10.19.2	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2
17	电缆印刷标志		S	12.1	12.1
注1: “**”ST8非金属外套做的试验;					
注1: “***”根据产品特性予以选择,并不是对每种型号的电缆都需要做以上全部的试验项目。					

## 12 标志和标签

### 12.1 成品电缆标志

12.1.1 电缆护套上应有制造厂商名称，产品型号规格及额定电压的连续标志。标志可采用印刷标志，也可采用压痕标志。标志应字迹清楚、容易辨认、耐擦。

12.1.2 成品电缆标志应符合 GB/T 6995.3-2008 规定。

12.1.3 电缆绝缘线芯标志应符合 GB/T 6995.5-2008 规定。

### 12.2 成品电缆附加标签

成盘电缆的电缆盘外侧及成圈电缆的附加标签应注明下列内容：

- a) 制造厂商名称和商标；
- b) 产品的型号及规格；
- c) 长度：m；
- d) 毛重：kg；
- e) 制造日期：年 月 日；
- f) 表示电缆盘正确旋转方向的符号；
- g) 本标准编号。

## 13 包装、运输和贮存

### 13.1 包装

13.1.1 电缆的两个端头均应进行临时性密封。

13.1.2 电缆应妥善包装在符合 JB/T 8137-2013 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密封加以保护罩，伸出的长度不小于 300mm。重量不超出 80kg 的短段电缆，可以成圈包装。

13.1.3 短段电缆允许成圈包装。

13.1.4 允许由制造厂商和用户双方协商确定其他的包装方法。

### 13.2 运输

13.2.1 电缆运输中不应从高处抛扔装有电缆的电缆盘或机械损伤电缆。

13.2.2 不应将几盘电缆盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上，电缆盘应置平放稳，并用适当的方法固定，防止碰撞或翻倒。

### 13.3 贮存

成品电缆应存放在通风和无有害气体的场所，不应露天存放，电缆盘不应平放。

附 录 A  
(资料性附录)  
云母带性能

A.1 云母带性能见表A.1和表A.2。

表A.1 双面合成云母带性能

序号	项目	单位	性能指标	测试方法	
1	云母带厚度	mm	$0.14 \pm 0.02$	GB/T 5019.2-2009	
2	云母含量	%	$\geq 55$	GB/T 5019.2-2009	
3	挥发物含量	%	$\leq 1.0$	GB/T 5019.2-2009	
4	胶粘剂含量	%	$\leq 12$	GB/T 5019.2-2009	
5	外观	/	材质间粘合均匀,无气泡、针孔、皱折、分层、云母纸断裂等缺陷,成盘开卷无粘连、抽丝、断裂或松散等现象。	目测	
6	宽带	mm	$\pm 1.0$	用 0.5mm精度直尺测量至少3点平均值。	
7	拉伸强度	N/10mm	$\geq 80$	GB/T 5019.2-2009	
8	工频介电强度	MV/m	$\geq 20$ (常温)	GB/T 5019.2-2009	
9	体积电阻率	$\Omega \cdot m$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$ (常温)	GB/T 5019.2-2009	
10	高温下电性能:耐电压1kV,1min,绝缘电阻, M $\Omega$	kV	$1000^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C} \times 90\text{min}$	在直径 $\phi$ 1.6mm 的铜线上,用 0.11mm 厚 10mm 宽 (或供试厚度、宽度) 耐火云母带以 50%重迭绕包两层,然后把 2 根以不大于 100mm 的节距扭绞在一起为试样,插入长度不小于 300mm 的管形电炉中,并悬空不与管壁相接触。管形电炉中部的温度应为规定温度 $\pm 10^\circ\text{C}$ ,至 90min 时,在该温度下用 (500~1000) V 兆欧表测量两线芯间的绝缘电阻,然后施加工频电压 1kV,1min。	
		M $\Omega$	$\geq 0.4$		
11	电导率	$\mu s/\text{mm}$	$\leq 10$	GB/T 17650.2-1998	
12	卤酸气体释出量	%	$\leq 0.5$	GB/T 17650.2-1998	
13	PH值	/	$\geq 4.3$	GB/T 17650.2-1998	
14	氟含量	%	$\leq 0.1$	IEC 60684-2:2011	
15	盘卷	管芯直径	mm	$50 \pm 2$ 或 $70 \pm 2$	用 0.5mm 精度直尺测量。
		管壁厚度	mm	$\leq 5$	
		卷盘直径	mm	$200 \pm 5, 250 \pm 5, 300 \pm 5$	
		接头数	个	每卷接头不多于2个	
16	储存期	月	生产日期常温下储存期为6个月。		

表A.2 煅烧云母带性能

序号	项目	单位	性能指标	测试方法	
1	云母带厚度	Mm	$0.14 \pm 0.02$	GB/T 5019.2-2009	
2	云母含量	%	$\geq 65$	GB/T 5019.2-2009	
3	挥发物含量	%	$\leq 1.0$	GB/T 5019.2-2009	
4	胶粘剂含量	%	$\leq 10$	GB/T 5019.2-2009	
5	外观	/	材质间粘合均匀, 无气泡、针孔、皱折、分层、云母纸断裂等缺陷, 成盘开卷无粘连、抽丝、断裂或松散等现象。	目测	
6	宽带	mm	$\pm 1.0$	用 0.5mm 精度直尺测量至少3点平均值。	
7	拉伸强度	N/10mm	$\geq 80$	GB/T 5019.2-2009	
8	工频介电强度	MV/m	$\geq 20$ (常温)	GB/T 5019.2-2009	
9	体积电阻率	$\Omega \cdot m$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$ (常温)	GB/T 5019.2-2009	
10	高温下电性能: 耐电压 1kV, 1min, 绝缘电阻, M $\Omega$	kV	1000 $^{\circ}C \pm 50^{\circ}C \times 90min$	在直径 $\phi$ 1.6mm 的铜线上, 用 0.11mm 厚 10mm 宽 (或供试厚度、宽度) 耐火云母带以 50% 重迭绕包两层, 然后把 2 根以不大于 100mm 的节距扭绞在一起为试样, 插入长度不小于 300mm 的管形电炉中, 并悬空不与管壁相接触。管形电炉中部的温度应为规定温度 $\pm 10^{\circ}C$ , 至 90min 时, 在该温度下用 (500~1000) V 兆欧表测量两线芯间的绝缘电阻, 然后施加工频电压 1kV, 1min。	
		M $\Omega$	$\geq 0.4$		
11	电导率	$\mu s/mm$	$\leq 10$	GB/T 17650.2-1998	
12	PH值	/	$\geq 4.3$	GB/T 17650.2-1998	
13	低毒性	/	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2。	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2。	
14	盘卷	管芯直径	mm	$50 \pm 2$ 或 $70 \pm 2$	用 0.5mm 精度直尺测量。
		管壁厚度	mm	$\leq 5$	
		卷盘直径	mm	$200 \pm 5, 250 \pm 5, 300 \pm 5$	
		接头数	个	每卷接头不多于2个	
15	储存期	月	生产日期常温下储存期为 6 个月。		

注: 关于低毒性的测试仅仅指该应用于有低毒性电缆要求时。

附 录 B  
(资料性附录)  
低烟无卤高阻燃带性能

B.1 低烟无卤高阻燃带性能见表B.1。

表 B.1 低烟无卤高阻燃带性能

序号	项目	单位	性能指标	测试方法
1	外观	/	分布均匀、无霉点、硬杂物和破洞、辐边无裂口、干燥不潮湿。	目测
2	厚度	mm	$0.2 \pm 0.02$	GB/T 451.3-2002
3	单重	$\text{g}/\text{mm}^2$	$220 \pm 20$	GB/T 451.2-2002
4	拉伸强度	N/2.5cm	$\geq 160$	GB/T 12914-2008
5	伸长率	%	$\geq 10$	GB/T 12914-2008
6	氧指数 (OI)	%	$\geq 50$	/
7	低毒性	/	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2。	GB/T 20285-2006标准中安全级ZA2。

注：关于低毒性的测试，仅指该应用于低毒性电缆的时候。

附 录 C  
(规范性附录)  
确定护层尺寸的假设计算方法

### C.1 护层尺寸的假设计算方法

标准中电缆标称直径有一个“阶梯表”的关系。有时候会产生一些问题，计算出的标称直径不一定与生产出的电缆实际尺寸相同。在边缘情况下，如果计算直径稍有偏差，防腐层厚度以及填充、电缆非金属护层厚度与实际直径不相符合，就会产生疑问。不同制造方的成型导体尺寸变化、计算方法不同会引起标称直径不同和由此导致使用在基本设计相同的电缆上的厚度、电缆非金属护层厚度不同。

为了避免这些麻烦，而采取假设计算方法。这种计算方法忽略形状和导体的紧压程度而根据导体标称截面，标称厚度、金属套厚度和电缆芯数，利用公式来计算假设直径。这样防腐层厚度、成缆填充、电缆非金属护层厚度都可以通过公式或表格而与假设直径有了相应的关系。假设直径计算的方法明确规定，使用的防腐层厚度、成缆填充、电缆非金属护层厚度是唯一的，它与实际制造中的细微差别无关。这就使电缆设计标准化，对于每一个导体截面的厚度、电缆非金属护层厚度尺寸可以被预先计算和规定。

假设直径仅用来确定绝缘厚度、电缆非金属护层的尺寸，不是代替精确计算标称直径所需的实际过程，实际标称直径计算应分开计算。

### C.2 概述

采用下述规定的电缆各种护层厚度的假设计算方法，是为了保证消除在单独计算中引起的任何差异，例如由于导体尺寸的假设以及标称直径和实际直径之间不可避免的差异。

所有厚度值和直径都应按GB/T 12706.1-2008附录B(数字修约)的规则，修约到一位小数。

### C.3 方法

#### C.3.1 导体

不考虑网状和紧压程度如何，每一导体标称截面的假设直径( $d_L$ )由表C.1给出。

表 C.1 导体的假设直径

导体标称截面, mm <sup>2</sup>	$d_L$ /mm	导体标称截面, mm <sup>2</sup>	$d_L$ /mm
1.5	1.4	95	11.0
2.5	1.8	120	12.4
4	2.3	150	13.8
6	2.8	185	15.3
10	3.6	240	17.5
16	4.5	300	19.5
25	5.6	400	22.6
35	6.7	500	25.2
50	8.0	630	28.3
70	9.4	---	---

C.3.2 绝缘线芯的假设直径 $D_c$ 

$$D_c = d + 2t_i$$

式中:

$t_i$ ——绝缘的标称厚度, mm, 见表 3。

C.3.3 非金属防腐层的假设直径 $D_{jL}$  (适用于有绝缘线芯非金属防腐层的)

有金属隔离套:  $D_{jL} = D_c + 2t_1 + 2t_2$

无金属隔离套:  $D_{jL} = D_c + 2t_2$

式中:

$t_1$ ——金属隔离套的标称厚度, mm, 见表6;

$t_2$ ——非金属防腐层厚度, 取值0.6mm。

C.3.4 缆芯假设直径 $D_f$ C.3.4.1 导体标称截面积 $16\text{mm}^2$ 及以下电缆

缆芯的假设直径 ( $D_f$ ) 如下式:

a) 所有导体标称截面相同的电缆

$$D_f = K \times D_c$$

式中:

$K$ ——成缆系数, 在表C2中给出。

b) 有一根小截面的四芯电缆

$$D_f = [2.42 \times (3 \times D_{c1} + 1 \times D_{c2})] / 4$$

式中:

$D_{c1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{c2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

c) 有二小截面的五芯电缆

$$D_f = [2.7 \times (3 \times D_{c1} + 2 \times D_{c2})] / 5$$

式中:

$D_{c1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{c2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

d) 有一小截面的五芯电缆

$$D_f = [2.7 \times (4 \times D_{c1} + 1 \times D_{c2})] / 5$$

式中:

$D_{c1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{c2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

C.3.4.2 导体标称截面积 $16\text{mm}^2$ 以上电缆

缆芯的假设直径 ( $D_f$ ) 如下式:

a) 所有导体标称截面相同的电缆

$$D_f = K \times D_{jL}$$

式中:

成缆系数 $K$ 在表C2中给出。

b) 有一根小截面的四芯电缆

$$D_f = [2.42 \times (3 \times D_{jL1} + 1 \times D_{jL2})] / 4$$

式中:

$D_{jL1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{jL2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

c) 有二小截面的五芯电缆

$$D_f = [2.7 \times (3 \times D_{jL1} + 2 \times D_{jL2})] / 5$$

式中:

$D_{jL1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{jL2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

d) 有一小截面的五芯电缆

$$D_f = [2.7 \times (4 \times D_{jL1} + 1 \times D_{jL2})] / 5$$

式中:

$D_{jL1}$ ——每相绝缘线芯的假设直径, mm;

$D_{jL2}$ ——小截面绝缘线芯的假设直径, mm。

表 C.2 缆芯成缆系数 K

芯数	成缆系数K	芯数	成缆系数K	芯数	成缆系数K
2	2.00	10	4.40	20	5.33
3	2.16	11	4.00	21	5.33
4	2.42	12	4.16	22	5.67
5	2.70	12	5.00	23	5.67
7	3.00	13	4.41	24	6.00
7 <sup>1)</sup>	3.35	14	4.41	25	6.00
8	3.45	15	4.70	26	6.00
8 <sup>1)</sup>	3.66	17	4.00	27	6.15
9	3.80	18	5.00	28	6.41
9 <sup>1)</sup>	4.00	18 <sup>1)</sup>	7.00	29	6.41
10	4.00	19	5.00	30	6.41

注: 绝缘线芯在一层中成缆。

C.3.5 成缆后金属隔离套假设直径 $D_{cL}$  (适用有金属隔离套要求 $16\text{mm}^2$ 及以下产品)

$$D_{cL} = D_f + 2t_1 + 2t_2$$

式中:

$t_1$ ——金属隔离套的标称厚度, mm, 见表6;

$t_2$ ——非金属防腐层厚度, 取值0.6 mm。

C.3.6 防火层假设直径 $D_B$

单芯电缆的假设直径 ( $D_B$ ) 如下式:

$$D_B = D_c (D_{jL}) + 2t_B$$

多芯电缆的假设直径 ( $D_B$ ) 如下式:

$$D_B = D_f (D_{cL}) + 2t_B$$

式中:

$t_B$ ——防火层的标称厚度，mm，见表7。

注：防火层外挤包铝隔离套和防腐层的可应加上进行外径计算，金属隔离套厚度见表6，非金属防腐层平均最小厚度0.6mm。

## 附录 D

(资料性附录)

## 矿物质防火混合料主要性能

D.1 矿物质（氢氧化镁/氢氧化铝）混合防火材料应符合GB 8624-2012 的要求，具有阻燃功效和抑烟功能的A类不燃材料（制品）和B1 类难燃性材料（制品）特性。可以是用于电缆的氢氧化镁/氢氧化铝防火混合料和其它矿物质材料，其主要性能见表D.1，该表参考建筑防火材料燃烧性能方法，作为电缆用防火材料仅起到资料性参考，无论是建筑或者说是电缆，目的是有效阻止火焰燃烧及燃气生成和燃烧滴落物的危害。

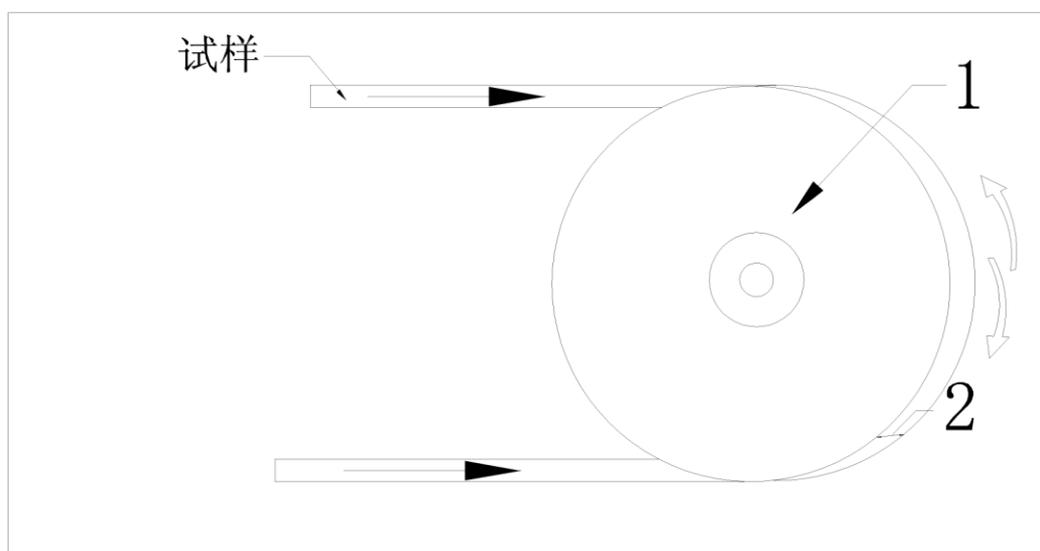
表 D.1 防火混合料主要性能

序号	项目	试验主要参考标准
1	炉内温升	GB/T 5464-2010 建筑材料不燃性试验方法。
2	质量损失率	
3	持续燃烧时间	
4	总热值	GB/T 14402-2007 建筑材料及制品的燃烧性能 燃烧热值的测定。
5	燃烧增长速率指数	GB/T 20284-2006 建筑材料或制品的单体燃烧试验。
6	600s 内释放总热量	
7	火焰横向蔓延未到达试验长翼边缘	
8	60s 焰尖高度	GB/T 8626-2007 建筑材料可燃性试验方法。
9	60s 内无燃烧滴落物引燃滤纸现象	
注：该项目内容应符合GB 8624-2012标准5.1.3表4中A和B <sub>1</sub> 的指标要求。		

附 录 E  
(规范性附录)  
弯曲试验

### E.1 试验装置

按照E.1图示选择的弯曲轮进行试验



图E.1

注：1--弯曲轮（见表E.1）； 2--凹槽（大于试样外径）

### E.2 试验步骤

试验弯曲轮直径根据导体标称面积按表E.2选取，将带有金属隔离套的线芯或缆芯试样1.5m绕着相应的弯曲轮弯曲180°；为第一次弯曲，然后向反方向弯曲180°为第二次。电缆外径14mm及以下的反复弯曲二次；电缆外径14mm以上的反复弯曲一次。

### E.3 要求

试样经弯曲试验后目测检查，试样的金属护套应无裂纹。

将经弯曲试验后的试样端部密封后，弯曲部分浸入水中1h后取出，在导体之间及全部导体和金属隔离套之间分别施加试验交流电压3500V，持续时间5min不应被击穿。

将电缆非金属外护套（包括其他任何绕包或挤包护层）剥开，防火层应连续，不能有明显脱落、裂纹和严重变形，允许有轻微变形，防火层平均厚度应不低于表7规定的标称厚度的90%；金属隔离套表面，不应有明显的裂纹和沙眼现象，允许有轻微的表面细纹。

表 E.1 试验弯曲轮直径

导体标称截面 mm <sup>2</sup>	弯曲轮直径, mm					导体标称截面 mm <sup>2</sup>	弯曲轮直径, mm				
	1芯	2芯	3芯	4芯	5芯		1芯	2芯	3芯	4芯	5芯
1.5	--	150	150	150	180	95	220	--	--	--	--
2.5	--	150	150	180	180	120	220	--	--	--	--
4	--	150	180	180	220	150	220	--	--	--	--
6	--	150	180	220	220	185	300	--	--	--	--
10	--	180	180	220	300	240	300	--	--	--	--
16	--	180	220	220	300	300	400	--	--	--	--
25	150	--	220	300	300	400	400	--	--	--	--
35	150	--	300	300	400	500	500	--	--	--	--
50	180	--	--	--	--	630	500	--	--	--	--
70	180	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

附录 F  
(规范性附录)  
压扁试验方法

F.1 试验装置

试验装置见图F.1所示要求。

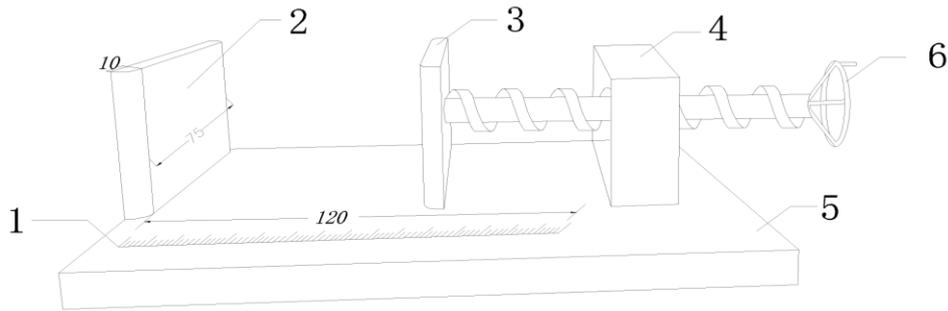


图 F.1 试验装置

注：1—刻度尺；2—固定挡板；3—滑动挡板；4—固定螺栓；5—操作平台；6—手动旋钮

F.2 试验步骤

电缆固化后（允许加热进行固化），剥去外护套包括防火层以外的绕包或挤包层（允许有不影响防火层压扁试验的不能剥离的粘连物）的电缆试样长度1m放在铁砧间压扁，每个铁砧应有一个不小于长×宽为120mm×75mm的平面，铁砧的边缘应是一个不小于10mm的圆角，试样沿轴线应平行放置于铁砧平面宽边的一边，测量防火层最小外径选择压扁系数，用实测最小外径与选择压扁系数的乘积所得数为两个铁砧的档距，调节两个铁砧的档距进行电缆压扁试验，压扁系数应符合表13的规定。

表 F.1 压扁系数

防火层测量最小外径 D/mm	压扁系数
$D \leq 20$	0.92
$D > 20$	0.9

F.3 要求

试样经压扁试验后进行目测检查，防火层无明显的裂纹，允许有轻微的表面细纹和变形，压扁后试样防火层的平均厚度应不低于表8所规定的标称厚度与压扁系数的乘积。

有金属隔离套应剥开，查看金属隔离套，无裂纹。将经压扁试验后带有金属隔离套单个线芯或多个绞合线芯端部密封，压扁部分浸入水中1h，在导体之间及全部导体和铝金属隔离套之间分别施加试验电压，0.6/1kV电缆施加交流电压3500V，持续时间5min，不应击穿。

附 录 G  
(规范性附录)  
气密性试验方法

### G.1 试验样品

对有金属隔离套的完整性应进行抽样检查, 试验应剥去金属隔离套后所有防护层才能进行金属隔离套的完整性检查, 试样长度不低于30m, 也可在任一生产长度上进行, 绝缘线芯外直接挤拉或焊接金属隔离套的为确保所充入的气压保持均匀, 其试验长度最长不能超过1000m, 生产过程在抽样检查合格后才能进行后续工序的生产。

### G.2 试验步骤

每根成品或半成品电缆两端施加带压力表的热收缩帽或类似的密封套, 在一端充入0.3Mpa干燥空气或氮气, 保持1小时, 观察二端压力表的状况。

### G.3 要求

电缆任一端气压应不下降。

附 录 H  
(规范性附录)  
耐火试验方法

### H.1 外径测量

耐火试验需要根据电缆的实际外径进行，按照GB/T 2951.11-2008的规定进行外径的测量。

### H.2 试验条件

试验时，火焰温度为(950~1000)°C，燃烧时间为180min。

### H.3 要求

耐火试验应按表H.1的规定进行；若客户有要求，还应按GB/T 19216.21-2003进行耐火试验。

表H.1 测试要求

产品的实际外径 D/mm	试验要求
$D \leq 20$	按照BS 6387:2013规定的C、W、Z进行试验线路应保持完整。
$D > 20$	按照BS 8491:2008规定进行试验线路应保持完整。