



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 9330—2020

代替 GB/T 9330.1—2008, GB/T 9330.2—2008, GB/T 9330.3—2008

---

## 塑料绝缘控制电缆

Plastic insulated control cables

2020-03-31 发布

2020-10-01 实施

---

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 产品代号和表示方法 .....	2
5 电缆名称、型号和规格 .....	3
6 成品电缆标志和电缆绝缘线芯识别 .....	5
7 技术要求和试验方法 .....	6
8 成品电缆 .....	16
9 交货长度 .....	18
10 检验规则 .....	18
11 使用特性 .....	20
12 包装 .....	20
附录 A（规范性附录） 假定值的计算方法 .....	22

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 9330.1—2008《塑料绝缘控制电缆 第 1 部分：一般规定》、GB/T 9330.2—2008《塑料绝缘控制电缆 第 2 部分：聚氯乙烯绝缘和护套控制电缆》和 GB/T 9330.3—2008《塑料绝缘控制电缆 第 3 部分：交联聚乙烯绝缘控制电缆》。

本标准以 GB/T 9330.1—2008 为主，整合了 GB/T 9330.2—2008 和 GB/T 9330.3—2008 的部分内容，与 GB/T 9330.1—2008 相比，主要技术变化如下：

- 增加了铜/塑复合带(箔)屏蔽(见 4.1.3)；
- 修改“固定敷设用电缆的导体”为“硬结构电缆的导体”“移动敷设用电缆的导体”为“软结构电缆的导体”(见 7.1.2, 2008 年版的 6.1.2)；
- 增加了交联聚乙烯绝缘的收缩试验和吸水试验(见表 5)；
- 增加了金属(复合)带金属层最薄处厚度要求、金属(复合)带屏蔽绕包搭盖率要求和金属丝编织屏蔽单丝直径的考核要求(见 7.4)；
- 增加了挤包、绕包内衬层厚度的考核指标和绕包内衬层平均厚度测试方法(见 7.5.3)；
- 增加了铠装钢带厚度和铠装钢丝直径的考核要求和铠装层尺寸测试方法(见 7.6.2)；
- 增加了护套火花试验要求(见 7.7.2)；
- 增加了绝缘的机械物理性能要求(见表 5)；
- 删除了 ST<sub>3</sub> 护套(见 2008 年版的表 7)；
- 增加了护套的机械物理性能要求(见表 12、表 13)；
- 增加了试验测量芯数的规定(见第 8 章)；
- 增加了电缆非金属材料无卤性能要求(见表 15)；
- 增加了检验要求(见表 19)；
- 增加了电缆外径上限值的计算方法(见 A.2.7)。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会(SAC/TC 213)归口。

本标准起草单位：上海国缆检测中心有限公司、宝胜科技创新股份有限公司、扬州曙光电缆股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司、江苏亨通线缆科技有限公司、江苏上上电缆集团有限公司、青岛汉缆股份有限公司、远东电缆有限公司、无锡江南电缆有限公司、安徽太平洋电缆股份有限公司、金杯电工股份有限公司、广州南洋电缆有限公司、远程电缆股份有限公司、上海胜华电缆(集团)有限公司、广州电缆厂有限公司、江苏永鼎股份有限公司、昆明电缆集团股份有限公司、海南威特电气集团有限公司、沈阳艾克电缆科技有限公司。

本标准主要起草人：杨立志、房权生、梁国华、葛永新、卞凤贤、李斌、曲国安、汪传斌、刘军、王永海、阳文锋、王志辉、章迁平、李小秋、王勋、赵佩杰、习有建、黎驹、苏银玉、郭荣荣、马瞻、何介利、杜青。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 9330.1—1988、GB/T 9330.1—2008；
- GB/T 9330.2—1988、GB/T 9330.2—2008；
- GB/T 9330.3—2008。

## 塑料绝缘控制电缆

### 1 范围

本标准规定了交流额定电压  $U_0/U$  为 450/750 V 挤包聚氯乙烯和交联聚乙烯绝缘、聚氯乙烯、聚乙烯和无卤聚烯烃护套控制电缆的产品代号和表示方法、电缆名称和型号规格、成品电缆标志和绝缘线芯识别、技术要求、试验方法和检验规则、使用特性以及包装等。

本标准适用于交流额定电压  $U_0/U$  为 450/750 V 及以下控制、监控回路及保护线路等场合固定敷设使用的控制电缆。

### 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(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2900.10 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 2951.21—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 21 部分:弹性体混合料专用试验方法——耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验

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 2951.41—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 41 部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——耐环境应力开裂试验——熔体指数测量方法——直接燃烧法测量聚乙烯中碳黑和(或)矿物质填料含量——热重分析法(TGA)测量碳黑含量——显微镜法评估聚乙烯中碳黑分散度

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 3048.10—2007 电线电缆电性能试验方法 第 10 部分:挤出护套火花试验

**GB/T 9330—2020**

GB/T 3956—2008 电缆的导体

GB/T 4909.2—2009 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 6995.1—2008 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆通则

JB/T 8137(所有部分) 电线电缆交货盘

**3 术语和定义**

GB/T 2900.10 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

**3.1****例行试验 routine tests**

R

由制造方在成品电缆的所有制造长度上进行的试验，以检验所有电缆是否符合规定的要求。

**3.2****抽样试验 sample tests**

S

由制造方在成品电缆试样上或取自成品电缆的元件上进行的试验，以检验成品电缆是否符合规定的要求。

**3.3****型式试验 type tests**

T

按一般商业原则对本标准规定的一种型号电缆在供货之前所进行的试验，以证明电缆具有满足预期使用条件的满意性能。

注：该试验的特点是：除非电缆材料或设计或制造工艺的改变可能改变电缆的特性，试验做过以后就不需要重做。

**3.4****额定电压 rated voltage**

电缆结构设计和电性能试验的基准电压。

注：用  $U_0/U$  表示，单位为伏特(V)。  $U_0$  为任一绝缘导体和“地”(电缆的金属护层或周围介质)之间的电压有效值， $U$  为多芯电缆系统任何两相导体之间的电压有效值。

**4 产品代号和表示方法****4.1 产品代号**

产品代号见表1。

表 1 产品代号

项目名称		代号
系列	控制电缆	K
材料特征	铜导体	省略
	聚氯乙烯绝缘	V
	交联聚乙烯绝缘	YJ
	聚氯乙烯护套	V
	聚乙烯或无卤聚烯烃护套	Y
结构特征	编织屏蔽	P
	铜带屏蔽	P2
	铝/塑复合带(箔)屏蔽	P3
	铜/塑复合带(箔)屏蔽	P4
	软结构	R
	双钢带铠装	2
	钢丝铠装	3
	聚氯乙烯外护套	2
	聚乙烯或无卤聚烯烃外护套	3
注：铝/塑复合带(箔)可简称铝/塑复合带；铜/塑复合带(箔)可简称铜/塑复合带；铜带、铝/塑复合带(箔)、铜/塑复合带(箔)可统称金属(复合)带。		

## 4.2 产品表示方法

4.2.1 产品用型号、规格及标准编号表示。

4.2.2 当产品有燃烧特性要求时，产品表示方法应符合 GB/T 19666 的规定。

4.2.3 同一型号规格电缆有不同导体结构时应分别表示，第 1 种导体用(A)表示(省略)，第 2 种导体用(B)表示，在规格后标明。

4.2.4 电缆中的绿/黄组合色绝缘线芯应与其他线芯分别表示。

示例 1：铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆，额定电压 450/750 V、24 芯、1.5 mm<sup>2</sup> (第 1 种导体结构)、有绿/黄组合色绝缘线芯，表示为：

KVV-450/750 23×1.5+1×1.5 GB/T 9330—2020

示例 2：铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆，额定电压 450/750 V、24 芯、1.5 mm<sup>2</sup> (第 2 种导体结构)、有绿/黄组合色绝缘线芯，表示为：

KVV-450/750 23×1.5(B)+1×1.5(B) GB/T 9330—2020

示例 3：铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆，额定电压 450/750 V、24 芯、1.5 mm<sup>2</sup> (第 1 种导体结构)、无绿/黄组合色绝缘线芯，表示为：

KYJVP2-450/750 24×1.5 GB/T 9330—2020

示例 4：铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套阻燃 B 类控制软电缆，额定电压 450/750 V、24 芯、1.5 mm<sup>2</sup>、无绿/黄组合色绝缘线芯，表示为：

ZB-KVVR-450/750 24×1.5 GB/T 9330—2020

示例 5：铜芯交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套钢丝铠装无卤低烟阻燃 A 类耐火控制电缆，额定电压 450/750 V、24 芯、1.5 mm<sup>2</sup> (第 1 种导体结构)、无绿/黄组合色绝缘线芯，表示为：

WDZAN-KYJY33-450/750 24×1.5 GB/T 9330—2020

GB/T 9330—2020

## 5 电缆名称、型号和规格

5.1 常用的电缆型号和名称见表 2。

表 2 常用的电缆型号和名称

型号 <sup>a</sup>	名称 <sup>b</sup>
KVV	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆
KVVP	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆
KVVP2	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆
KVVP3	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铝/塑复合带屏蔽控制电缆
KVVP4	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜/塑复合带屏蔽控制电缆
KVV22	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装控制电缆
KVVP2-22	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽钢带铠装控制电缆
KVV32	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢丝铠装控制电缆
KVVR	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制软电缆
KVVRP	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制软电缆
KYJV	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆
KYJVP	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆
KYJVP2	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆
KYJVP3	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铝/塑复合带屏蔽控制电缆
KYJVP4	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜/塑复合带屏蔽控制电缆
KYJV22	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装控制电缆
KYJVP2-22	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽钢带铠装控制电缆
KYJV32	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢丝铠装控制电缆
KYJY	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套控制电缆
KYJYP	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套编织屏蔽控制电缆
KYJYP2	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜带屏蔽控制电缆
KYJYP3	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铝/塑复合带屏蔽控制电缆
KYJYP4	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜/塑复合带屏蔽控制电缆
KYJY23	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套钢带铠装控制电缆
KYJYP2-23	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套铜带屏蔽钢带铠装控制电缆
KYJY33	交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套钢丝铠装控制电缆
<sup>a</sup> 阻燃电缆、无卤低烟阻燃电缆、耐火电缆及其组合型电缆的名称和型号应按 GB/T 19666 的规定在上述型号的基础上编制。制造方和需求方如有需求,电缆型号也可按第 4 章的规定进行组合,组合的型号应合理。 <sup>b</sup> 无卤低烟阻燃电缆和无卤低烟阻燃耐火电缆护套代号 Y 或 3 表示无卤聚烯烃护套。	

5.2 电缆的规格见表 3。

表 3 电缆规格

型号 <sup>a</sup>	导体标称截面积 mm <sup>2</sup>							
	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10
	芯数 <sup>b</sup>							
KVV、KVVP、KYJV、KYJVP、KYJY、KYJYP	—	2~61				2~19		2~10
KVVP2、KVVP3、KVVP4、KYJVP2、KYJVP3、KYJVP4、KYJYP2、KYJYP3、KYJYP4	—	4~61				4~19		4~10
KVV22、KYJV22、KYJY23	—	7~61	4~61		4~19		4~10	
KVVP2-22、KYJVP2-22、KYJYP2-23	—	7~61	4~61		4~19		4~10	
KVV32、KYJV32、KYJY33	—	19~61	7~61		4~19		4~10	
KVVR	2~61				—	—	—	
KVVRP	2~61		2~48		—	—	—	

<sup>a</sup> 阻燃电缆、无卤低烟阻燃电缆、耐火电缆及其组合型电缆的规格范围同上述对应型号的规格范围。

<sup>b</sup> 推荐的芯数系列为 2、3、4、5、7、8、10、12、14、16、19、24、27、30、37、44、48、52 和 61 芯。

## 6 成品电缆标志和电缆绝缘线芯识别

### 6.1 成品电缆标志

#### 6.1.1 标志内容

成品电缆上应有制造厂名称、电缆型号、规格和额定电压的连续标志，制造厂名称标志可以是制造厂名称或注册商标。

#### 6.1.2 标志连续性

应标识在电缆外护套上，一个完整标志的末端与下一个标志的始端之间的距离不应超过 550 mm。

#### 6.1.3 清晰度

所有标志应字迹清晰。

#### 6.1.4 耐擦性

油墨印刷标志应耐擦，擦拭后的标志应基本保持不变。

### 6.2 电缆绝缘线芯识别

#### 6.2.1 一般要求

6.2.1.1 电缆绝缘线芯应采用着色绝缘识别或采用数字识别。除用绿/黄组合色识别的绝缘线芯外，电缆的每一绝缘线芯应只用一种颜色。

6.2.1.2 除绿/黄组合色绝缘线芯外，其他绝缘线芯均不应使用绿色和黄色。

6.2.1.3 绿/黄组合色绝缘线芯，其中一种颜色应至少覆盖绝缘线芯表面的 30%，且不大于 70%，另一

## GB/T 9330—2020

种颜色则应覆盖绝缘线芯的其余部分,并在整个长度的绝缘线芯上应保持一致。

## 6.2.2 电缆绝缘线芯的着色识别

当电缆绝缘线芯采用着色绝缘识别时,五芯及以下电缆优先选用的色谱为:

——两芯电缆:无优先选用色谱;

——三芯电缆:绿/黄组合色、蓝色、棕色,或者蓝色、黑色、棕色;

——四芯电缆:绿/黄组合色、蓝色、黑色、棕色,或者蓝色、黑色、棕色、灰色或橙色;

——五芯电缆:绿/黄组合色、蓝色、黑色、棕色、灰色或橙色,或者蓝色、黑色、棕色、灰色、橙色或其他不同的颜色。

当对色谱有特殊要求或其他芯数电缆需要采用着色绝缘识别时,由供需双方协商确定电缆的色谱。需方未做要求时,由供方确定电缆的色谱。

各种颜色应易于识别并耐擦,擦拭后的颜色应基本保持不变。

## 6.2.3 电缆绝缘线芯的数字识别

## 6.2.3.1 一般要求

当电缆绝缘线芯采用数字识别时,绝缘应为同一种颜色并按数字序排列,但绿/黄组合色绝缘线芯(若有)除外。

数字应用阿拉伯数字印刷在绝缘线芯外表面上。数字颜色应相同,并与绝缘颜色有明显反差。字迹应清晰,油墨印刷的数字应耐擦,擦拭后的标志应基本保持不变。

## 6.2.3.2 标志的排列方法

数字识别标志应沿着绝缘线芯以相等的间隔重复出现,相邻两组数字标志应彼此颠倒。

当标志由单个数字组成时,应在数字的下面加横线。当标志由两个数字组成时,应上下排列,并在后面数字的下面加横线。相邻两组数字标志的间距  $d_i$  不应大于 50 mm。

数字识别标志的排列方式见图 1。

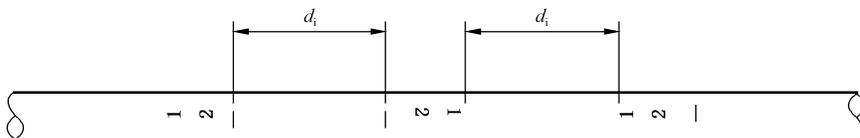


图 1 绝缘线芯数字识别标志的排列方式

## 7 技术要求和试验方法

## 7.1 导体

## 7.1.1 导体材料

导体材料应是退火铜线,导体中的单线可以不镀锡或镀锡。

## 7.1.2 导体结构

硬结构电缆的导体应采用 GB/T 3956—2008 中第 1 种圆形实心导体或第 2 种圆形绞合导体。

软结构电缆的导体应采用 GB/T 3956—2008 中第 5 种软铜导体。

## 7.2 绝缘

## 7.2.1 绝缘材料

绝缘材料应为表 4 所列的各类绝缘混合物中的一种,不同类型绝缘混合物电缆的导体最高温度见表 4,绝缘的机械物理性能要求及试验方法见表 5。耐火控制电缆的绝缘应具备耐火特性,否则应在导体和绝缘之间设置耐火层。

表 4 不同类型绝缘混合物电缆的导体最高温度

绝缘混合物	混合物代号	正常运行时导体最高温度 ℃	用途
聚氯乙烯	PVC/A	70	聚氯乙烯绝缘硬结构电缆
柔软型聚氯乙烯	PVC/D	70	聚氯乙烯绝缘软结构电缆
热固性交联聚乙烯	XLPE	90	交联聚乙烯绝缘电缆

表 5 绝缘的机械物理性能要求及试验方法

试验项目		单位	混合物代号			试验方法	
			PVC/A	PVC/D	XLPE		
抗张强度和断裂伸长率	交货状态原始性能	抗张强度,最小中间值 断裂伸长率,最小中间值	N/mm <sup>2</sup> %	12.5 150	10.0 180	12.5 200	GB/T 2951.11—2008
	空气箱老化后性能	老化条件: ——温度 ——时间	℃ h	100±2 168	80±2 168	135±3 168	
		抗张强度,最小中间值 断裂伸长率,最小中间值 抗张强度最大变化率 <sup>a</sup> 断裂伸长率最大变化率 <sup>a</sup>	N/mm <sup>2</sup> % % %	12.5 150 ±25 ±25	10.0 180 ±20 ±20	— — ±25 ±25	
		失重试验	老化条件: ——温度 ——时间 失重,最大值	℃ h mg/cm <sup>2</sup>	80±2 168 2.0	80±2 168 2.0	— — —
热冲击试验	试验条件: ——温度 ——时间	℃ h	150±3 1	150±3 1	— —	GB/T 2951.31—2008	
	试验结果		不开裂	不开裂	—		
高温压力试验	试验条件: ——温度	℃	80±2	70±2	—	GB/T 2951.31—2008	
	试验结果: ——压痕深度,最大中间值	%	50	50	—		

表 5 (续)

试验项目		单位	混合物代号			试验方法
			PVC/A	PVC/D	XLPE	
低温 弯曲 试验	试验条件： ——温度	℃	-15±2	-15±2	—	GB/T 2951.14—2008
	试验结果		无裂纹	无裂纹	—	
低温 冲击 试验 <sup>b</sup>	试验条件： ——温度	℃	-15±2	-15±2	—	GB/T 2951.14—2008
	试验结果		无裂纹	无裂纹	—	
热 延 伸 试 验	试验条件： ——温度	℃	—	—	200±3	GB/T 2951.21—2008
	——机械应力	N/cm <sup>2</sup>	—	—	20	
	载荷下最大伸长率	%	—	—	175	
	冷却后永久变形,最大值	%	—	—	15	
收 缩 试 验	标志间长度(L)	mm	—	—	200	GB/T 2951.13—2008
	处理温度	℃	—	—	130±3	
	持续时间	h	—	—	1	
	最大允许收缩率	%	—	—	4	
吸 水 试 验	试验条件： ——温度	℃	70±2	70±2	85±2	GB/T 2951.13—2008
	——持续时间	h	240	240	336	
	试验结果： ——电压试验 <sup>c</sup>		不击穿	不击穿	—	
	——重量最大增加值	mg/cm <sup>2</sup>	—	—	1	

<sup>a</sup> 变化率:老化后的中间值与老化前的中间值之差与老化前中间值之比,以百分数表示。

<sup>b</sup> 不单独进行绝缘的低温冲击试验。

<sup>c</sup> 绝缘标称厚度 1.0 mm,施加直流电压 1 000 V;其他绝缘标称厚度施加直流电压 800 V。

### 7.2.2 绝缘结构

绝缘应紧密挤包在导体上,且应容易剥离而不损伤绝缘体、导体或镀锡层(若有)。

绝缘的标称厚度见表 6。

绝缘厚度的平均值不应小于标称厚度,最薄处厚度不应小于标称厚度的 90%减去 0.1 mm(计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm)。

绝缘线芯应按 GB/T 3048.9—2007 经受工频电压 6 kV 的火花试验检查。

表 6 聚氯乙烯绝缘和交联聚乙烯绝缘标称厚度

导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	绝缘标称厚度 mm	
	混合物代号	
	PVC/A 和 PVC/D	XLPE
0.5	0.6	—
0.75	0.6	0.6
1.0	0.6	0.6
1.5	0.7	0.6
2.5	0.8	0.7
4	0.8	0.7
6	0.8	0.7
10	1.0	0.7

### 7.3 成缆和填充物

#### 7.3.1 绞合方向和绞合节距

绝缘线芯应绞合成缆,最外层的绞合方向应为右向。

绞合节距:

——硬结构电缆的最外层绞合节距不应大于绝缘线芯绞合假定直径的 20 倍;

——软结构电缆的最外层绞合节距不应大于绝缘线芯绞合假定直径的 16 倍。

假定直径的计算方法见附录 A。

#### 7.3.2 线芯排列

绿/黄组合色绝缘线芯(若有)应放置在缆芯的最外层。

当绝缘线芯采用数字识别时,由内层到外层从 1 开始按自然数序排列,各层排列方向应一致。

#### 7.3.3 填充物

绝缘线芯之间的间隙允许采用非吸湿性且适合电缆运行温度并与电缆绝缘材料、护套材料相兼容的材料填充,填充物不应粘连绝缘线芯和护套。

缆芯和填充物可用非吸湿性薄膜绕包。

屏蔽电缆在缆芯外应重叠绕包两层非吸湿性薄膜,或挤包一层非硫化橡皮或塑料,挤包层与绝缘线芯应易于分离。

### 7.4 金属屏蔽

#### 7.4.1 一般规定

屏蔽电缆在缆芯外应有金属屏蔽层。金属屏蔽包括金属(复合)带绕包屏蔽和金属丝编织屏蔽。

#### 7.4.2 金属(复合)带绕包屏蔽

应采用一根或多根铜带、铝/塑复合带或铜/塑复合带重叠绕包,屏蔽带金属层最薄处厚度不应小于

## GB/T 9330—2020

0.05 mm。在屏蔽带的中间部位测量两处,取最小值作为最薄处厚度。

当采用一根金属(复合)带绕包时,最小搭盖率不应小于 15%;当采用多根金属(复合)带绕包时,每层绕包均不应有间隙。

当采用铝/塑复合带或铜/塑复合带绕包时,金属面应向内,并应在绕包层内放置一根标称截面积 0.2 mm<sup>2</sup> 或以上的引流线。当采用铝/塑复合带绕包时,引流线应采用镀锡圆铜线;当采用铜/塑复合带绕包时,引流线应采用圆铜线或镀锡圆铜线。软结构电缆的引流线应为单线根数不少于 7 根的绞合软线。引流线 20 ℃时的直流电阻不应大于 95.0 Ω/km,标称截面积 0.2 mm<sup>2</sup> 以上的引流线的直流电阻要求由供需双方商定,但不应大于 95.0 Ω/km。

### 7.4.3 金属丝编织屏蔽

金属丝编织屏蔽应采用标称直径相同的软圆铜线或镀锡圆铜线编织而成,编织密度不应小于 80%。

编织层不应整体接续。每 1 m 长度上允许更换金属线锭一次,露出的线头应修齐。

编织用软圆铜线或镀锡圆铜线的标称直径见表 7,直径测量值不应小于标称直径减去 0.02 mm。

表 7 编织用软圆铜线或镀锡圆铜线的标称直径

编织前假定直径 $D_1$ mm	编织用软圆铜线或镀锡圆铜线的标称直径 mm
$D_1 \leq 10.0$	0.15
$10.0 < D_1 \leq 20.0$	0.20
$20.0 < D_1 \leq 30.0$	0.25
$30.0 < D_1$	0.30

假定直径的计算方法见附录 A。

金属丝编织屏蔽的编织密度按式(1)计算。

$$P = (2p - p^2) \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$P$  ——金属丝编织屏蔽的编织密度,%;

$p$  ——单向覆盖系数,按式(2)计算。

$$p = \frac{m \times n \times d}{\pi \times D} \sqrt{1 + \frac{\pi^2 \times D^2}{L^2}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$m$  ——编织机同一方向锭数;

$n$  ——每锭的编织金属丝根数;

$d$  ——编织金属丝直径测量值,单位为毫米(mm);

$D$  ——编织层外径测量值,单位为毫米(mm);

$L$  ——编织节距测量值,单位为毫米(mm)。

## 7.5 内衬层(隔离套)

### 7.5.1 内衬层(隔离套)结构

铠装电缆应有内衬层(有屏蔽的铠装电缆为隔离套,除明确规定之外,统称内衬层),内衬层可以挤

包或绕包,隔离套应挤包。绕包内衬层应采用多层带材绕包,每一层均应重叠绕包。

内衬层不应粘连绝缘线芯、屏蔽层和铠装层。

隔离套应按 GB/T 3048.10—2007 经受工频火花试验检查。

### 7.5.2 内衬层材料

内衬层材料应是非吸湿性材料,且应适合于电缆的运行温度并与电缆绝缘材料相兼容。

### 7.5.3 内衬层厚度

内衬层标称厚度见表 8。挤包内衬层的最薄处厚度不应小于标称厚度的 80% (计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm);绕包内衬层的平均厚度不应小于标称厚度的 80% (计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm)。

绕包内衬层的平均厚度等于各层带材测量厚度的总和,按以下方法测量:

——从样品上取下绕包带材,展平后测量每层带材中央部位的厚度。

——采用 GB/T 2951.11—2008 规定的指针式测厚仪在  $(0.07 \pm 0.01)$  MPa 压力下保持 20 s 后立刻测试。测厚仪的上下测量面均为平面,其中圆形上压脚直径  $(5.0 \pm 0.1)$  mm,下测量面直径不小于 5.0 mm。取 5 次测试的平均值作为测量结果。

表 8 内衬层标称厚度

挤包或绕包前假定直径 $D_n^a$ mm	内衬层标称厚度 mm
$D_n \leq 20.0$	1.0
$D_n > 20.0$	1.2
假定直径的计算方法见附录 A。	
<sup>a</sup> 根据产品型号, $D_n$ 分别对应附录 A 的 $D_1$ 或 $D_0$ 。	

## 7.6 金属铠装

### 7.6.1 铠装材料

铠装钢带应采用镀锌钢带。

铠装钢丝应采用圆镀锌钢丝。

### 7.6.2 铠装结构

钢带铠装由双钢带左向绕包在内衬层上,内层和外层钢带的标称厚度和标称宽度应相同。外层钢带应在内层钢带绕包间隙的上方,且应看不到内层钢带的绕包间隙。两层钢带的绕包间隙均不应大于钢带标称宽度的 50%。

钢丝铠装由单层钢丝左向或双层钢丝内层右向、外层左向绕包在内衬层上。每层钢丝之间间隙的总和不应超过 1 根钢丝的直径。

钢带的标称厚度和标称宽度见表 9。钢带的最薄处厚度不应小于标称厚度的 90% (计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm),钢带的平均宽度不应大于标称宽度。在钢带的中间部位测量两处,取最小值作为最薄处厚度;在间隔不小于 100 mm 的两处各测量一次宽度,取平均值作为钢带的平均宽度。

## GB/T 9330—2020

钢丝的标称直径见表 10。钢丝的平均直径不应小于标称直径的 95% (计算结果应修约到 2 位小数, 即精确到 0.01 mm)。在间隔不小于 100 mm 的两处分别测量直径, 每处在相互垂直的两个方向各测量一次, 取 4 个测量值的平均值作为钢丝的平均直径。

表 9 铠装钢带的标称厚度和标称宽度

铠装前假定直径 $D_b$ mm	铠装钢带的标称厚度 mm	铠装钢带的标称宽度 mm
$D_b \leq 15.0$	0.2	20
$15.0 < D_b \leq 25.0$	0.2	25
$25.0 < D_b \leq 30.0$	0.2	30
$30.0 < D_b \leq 35.0$	0.5	30
$35.0 < D_b \leq 50.0$	0.5	35
$50.0 < D_b$	0.5	45
假定直径的计算方法见附录 A。		

表 10 铠装钢丝的标称直径

铠装前假定直径 $D_b$ mm	铠装钢丝的标称直径 mm
$D_b \leq 10.0$	0.8
$10.0 < D_b \leq 15.0$	1.25
$15.0 < D_b \leq 25.0$	1.6
$25.0 < D_b \leq 35.0$	2.0
$D_b > 35.0$	2.5
假定直径的计算方法见附录 A。	

## 7.7 护套

## 7.7.1 护套材料

护套材料应为表 11 所列的各类护套混合物中的一种, 不同类型护套混合物电缆的导体最高温度见表 11, 聚氯乙烯护套的机械物理性能要求及试验方法见表 12, 聚乙烯护套、无卤聚烯烃护套的机械物理性能要求及试验方法见表 13。

表 11 不同类型护套混合物电缆的导体最高温度

护套混合物	混合物代号	正常运行时导体最高温度 ℃	用途
聚氯乙烯	ST <sub>1</sub>	70	聚氯乙烯绝缘硬结构电缆
柔软聚氯乙烯	ST <sub>5</sub>	70	聚氯乙烯绝缘软结构电缆
聚氯乙烯	ST <sub>2</sub>	90	交联聚乙烯绝缘电缆
聚乙烯	ST <sub>7</sub>	90	交联聚乙烯绝缘电缆
无卤聚烯烃	ST <sub>8</sub>	90	交联聚乙烯绝缘电缆

表 12 聚氯乙烯护套机械物理性能要求及试验方法

试验项目		单位	混合物代号			试验方法	
			ST <sub>1</sub>	ST <sub>5</sub>	ST <sub>2</sub>		
抗张强度和断裂伸长率	交货状态原始性能	抗张强度,最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	12.5	10.0	12.5	GB/T 2951.11—2008
		断裂伸长率,最小中间值	%	150	200	150	
	空气箱老化后性能	老化条件:					GB/T 2951.12—2008
		——温度	°C	100±2	80±2	100±2	
——时间	h	168	168	168			
抗张强度,最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	12.5	10.0	12.5			
断裂伸长率,最小中间值	%	150	180	150			
抗张强度最大变化率 <sup>a</sup>	%	±25	±20	±25			
断裂伸长率最大变化率 <sup>a</sup>	%	±25	±20	±25			
失重试验	老化条件:					GB/T 2951.32—2008	
	——温度	°C	80±2	80±2	80±2		
——时间	h	168	168	168			
失重,最大值	mg/cm <sup>2</sup>	2.0	2.0	1.5			
热冲击试验	试验条件:					GB/T 2951.31—2008	
	——温度	°C	150±3	150±3	150±3		
——时间	h	1	1	1			
试验结果		不开裂	不开裂	不开裂			
高温压力试验	试验条件:					GB/T 2951.31—2008	
	——温度	°C	80±2	70±2	90±2		
试验结果:							
——压痕深度,最大中间值	%	50	50	50			
低温弯曲试验	试验条件:					GB/T 2951.14—2008	
	——温度	°C	-15±2	-15±2	-15±2		
试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹			
低温拉伸试验	试验条件:					GB/T 2951.14—2008	
	——温度	°C	-15±2	-15±2	-15±2		
试验结果:							
——最小伸长率	%	20	20	20			
低温冲击试验	试验条件:					GB/T 2951.14—2008	
	——温度	°C	-15±2	-15±2	-15±2		
试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹			

<sup>a</sup> 变化率:老化后的中间值与老化前的中间值之差与老化前中间值之比,以百分数表示。

表 13 聚乙烯和无卤聚烯烃护套机械物理性能要求及试验方法

试验项目			单位	混合物代号		试验方法
				ST <sub>7</sub>	ST <sub>8</sub>	
抗张强度和断裂伸长率	交货状态原始性能	抗张强度,最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	12.5	9.0	GB/T 2951.11—2008
		断裂伸长率,最小中间值	%	300	125	
	空气箱老化后性能	老化条件:				GB/T 2951.12—2008
		——温度	℃	110±2	100±2	
——时间	h	240	168			
抗张强度,最小中间值	N/mm <sup>2</sup>	—	9.0			
断裂伸长率,最小中间值	%	300	100			
抗张强度最大变化率 <sup>a</sup>	%	—	±40			
断裂伸长率最大变化率 <sup>a</sup>	%	—	±40			
碳黑含量 <sup>b</sup>	标称值	%	2.5	—	GB/T 2951.41—2008	
	偏差	%	±0.5	—		
热冲击试验	试验条件:				GB/T 2951.31—2008	
	——温度	℃	—	150±3		
——时间	h	—	1			
试验结果			不开裂	不开裂		
高温压力试验	试验条件:				GB/T 2951.31—2008	
	——温度	℃	110±2	80±2		
试验结果:			50	50		
收缩试验	试验条件:				GB/T 2951.13—2008	
	——温度	℃	80±2	—		
——加热持续时间	h	5	—			
——加热周期	h	5	—			
试验结果:			3	—		
低温弯曲试验	试验条件:				GB/T 2951.14—2008	
	——温度	℃	—	-15±2		
试验结果			—	无裂纹		
低温拉伸试验	试验条件:				GB/T 2951.14—2008	
	——温度	℃	—	-15±2		
试验结果:			—	20		
低温冲击试验	试验条件:				GB/T 2951.14—2008	
	——温度	℃	—	-15±2		
试验结果			—	无裂纹		

表 13 (续)

试验项目		单位	混合物代号		试验方法
			ST <sub>7</sub>	ST <sub>8</sub>	
吸水 试验 (重量法)	试验条件: ——温度	°C	—	70±2	GB/T 2951.13—2008
	——持续时间	h	—	24	
	试验结果: ——重量最大增加值	mg/cm <sup>2</sup>	—	10	
<p><sup>a</sup> 变化率:老化后的中间值与老化前的中间值之差与老化前中间值之比,以百分数表示。</p> <p><sup>b</sup> 仅适用于黑色护套。非阻燃电缆护套碳黑含量应按 GB/T 2951.41—2008 第 11 章规定取样和试验,阻燃电缆护套的碳黑含量要求和试验方法由供需双方商定。</p>					

### 7.7.2 护套结构

护套应紧密挤包在缆芯或者屏蔽(若有)或者铠装(若有)上,且应容易剥离而不损伤绝缘或护套。

护套表面应光洁,色泽应均匀。

护套厚度的标称值见表 14。当铠装电缆护套挤包前假定直径不大于 10.0 mm 时,护套厚度的标称值取 1.5 mm。假定直径的计算方法见附录 A。

非铠装电缆护套的最薄处厚度不应小于标称厚度的 85% 减去 0.1 mm(计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm);铠装电缆护套的最薄处厚度不应小于标称厚度的 80% 减去 0.2 mm(计算结果应修约到 2 位小数,即精确到 0.01 mm)。

金属屏蔽电缆、金属铠装电缆的护套应按 GB/T 3048.10—2007 经受工频火花试验检查。

表 14 护套标称厚度

挤包护套前假定直径 $D_h^a$ mm	护套标称厚度 mm	挤包护套前假定直径 $D_h^a$ mm	护套标称厚度 mm
$D_h \leq 10.0$	1.2	$25.0 < D_h \leq 30.0$	2.0
$10.0 < D_h \leq 16.0$	1.5	$30.0 < D_h \leq 40.0$	2.2
$16.0 < D_h \leq 25.0$	1.7	$40.0 < D_h$	2.5
假定直径的计算方法见附录 A。			
<sup>a</sup> 根据产品型号, $D_h$ 分别对应附录 A 的 $D_i$ 或 $D_u$ 或 $D_a$ 。			

### 7.8 无卤性能要求

无卤低烟阻燃电缆的非金属材料的无卤性能要求及试验方法见表 15。

表 15 无卤低烟阻燃电缆的非金属材料的无卤性能要求及试验方法

试验项目		单位	要求	试验方法
酸气含量试验	溴和氯含量(以氯化氢表示),最大值	%	0.5	GB/T 19666
氟含量试验	氟含量,最大值	%	0.1	GB/T 19666
pH 值和电导率试验	pH 值,最小值	$\mu\text{S}/\text{mm}$	4.3	GB/T 19666
	电导率,最大值		10	

## 7.9 电缆外径

成品电缆外径的上限值根据附录 A 计算得出,成品电缆的平均外径不应大于上限值。若成品电缆有耐火或成束阻燃等特性要求,电缆结构中有增设元件(如耐火层、隔氧层等)时,成品电缆的平均外径可大于上限值。

## 8 成品电缆

### 8.1 成品电缆结构尺寸检查

成品电缆的结构尺寸应符合第 7 章的规定。应用量具或手工检查电缆的结构尺寸。

导体结构尺寸检查和绝缘厚度的测量,抽样试验时,检查和测量应不少于 10% 的芯数,且应不少于 3 芯(2 芯电缆应检查和测量 2 芯);型式试验时,应检查和测量 3 芯(2 芯电缆应检查和测量 2 芯)。

### 8.2 导体直流电阻测量

导体直流电阻应符合 GB/T 3956—2008 的规定。

例行试验时,应测量所有导体的直流电阻;型式试验时,应测量 3 芯导体的直流电阻(2 芯电缆应测量 2 芯导体的直流电阻)。

### 8.3 电压试验

成品电缆电压试验和绝缘线芯电压试验应无击穿现象。

应按表 16 规定的试验条件进行电压试验。

例行试验时,应对成品电缆的所有绝缘线芯进行电压试验;型式试验时,应对 3 根绝缘线芯进行电压试验(2 芯电缆应对 2 根绝缘线芯进行电压试验)。

表 16 电缆电压试验条件

试验项目		单位	试验条件
成品 电缆 电压 试验	试验条件:		
	——试样长度	m	交货长度(R);最小 10(T)
	——试验温度	°C	环境温度
	试验电压	V	3 000
	每次最少施加电压时间	min	5

表 16 (续)

试验项目		单位	试验条件
绝缘 线芯 电压 试验	试验条件： ——试样长度,最小	m	5
	——绝缘线芯浸水最少时间	h	1
	——水温	°C	20±5
	试验电压： ——绝缘厚度 0.6 mm 及以下	V	2 000
	——绝缘厚度 0.6 mm 以上	V	2 500
	每次最少施加电压时间	min	5

#### 8.4 绝缘电阻测量

成品电缆正常运行时导体最高温度下的绝缘电阻应符合表 17 的要求。

测量绝缘电阻前,试样应经受住表 16 规定的绝缘线芯电压试验,然后按表 18 规定的试验条件进行测量。

应测量 3 根绝缘线芯的绝缘电阻(2 芯电缆应测量 2 根绝缘线芯的绝缘电阻)。

表 17 正常运行时导体最高温度下的绝缘电阻要求

导体标称截面积 mm <sup>2</sup>	最小绝缘电阻 MΩ·km				
	PVC 绝缘电缆			XLPE 绝缘电缆	
	第 1 种导体	第 2 种导体	第 5 种导体	第 1 种导体	第 2 种导体
0.5	—	—	0.013	—	—
0.75	0.012	0.014	0.011	1.20	1.40
1.0	0.011	0.013	0.010	1.10	1.30
1.5	0.011	0.010	0.010	1.10	1.00
2.5	0.010	0.009	0.009	1.00	0.90
4	0.008 5	0.007 7	—	0.85	0.77
6	0.007 9	0.006 5	—	0.70	0.65
10	—	0.006 5	—	—	0.65

表 18 绝缘电阻试验条件

试样处理	单位	试验条件
试样长度,最小	m	5
浸水时间,最少	h	1
水温,不低于	°C	正常运行时导体最高温度

## GB/T 9330—2020

## 8.5 绝缘和护套的机械物理性能试验

成品电缆绝缘的机械物理性能应符合表 15 的要求。

成品电缆护套的机械物理性能应符合表 12、表 13 的要求。

绝缘的机械物理性能应测量 3 芯(2 芯电缆应测量 2 芯)。

成品电缆非污染试验应符合绝缘和护套材料的空气箱老化后性能要求。非污染试验条件同电缆护套材料的空气箱老化试验条件。

## 8.6 电缆的燃烧性能试验

聚氯乙烯护套电缆、单根阻燃聚乙烯护套电缆、无卤低烟单根阻燃电缆的单根阻燃性能应符合 GB/T 19666 的要求。单根阻燃试验应按 GB/T 19666 的规定进行。

阻燃 A 类、B 类、C 类、D 类电缆的成束阻燃性能应符合 GB/T 19666 的要求。成束阻燃试验应按 GB/T 19666 的规定进行。

无卤低烟阻燃电缆的每种非金属材料的无卤性能应符合表 15 的要求。

无卤低烟阻燃电缆的烟密度应符合 GB/T 19666 的要求。烟密度试验应按 GB/T 19666 的规定进行。

耐火电缆的耐火性能应符合 GB/T 19666 的要求。耐火试验应按 GB/T 19666 的规定进行。

## 8.7 成品电缆标志和电缆绝缘线芯识别检查

成品电缆标志应符合 6.1 的要求。成品电缆标志应按 GB/T 6995.1—2008 规定的方法检查和试验。

绝缘线芯识别应符合 6.2 的要求。绝缘线芯识别应按 GB/T 6995.1—2008 规定的方法检查和试验。

## 9 交货长度

根据双方协议长度交货,长度计量误差不应超过 $\pm 0.5\%$ 。

## 10 检验规则

10.1 检验项目、试验类型及试验方法见表 19。应根据产品的型号规格确定检验项目。

表 19 检验要求

检验项目		试验类型	试验方法
结构尺寸检查	导体结构尺寸检查	T,S	GB/T 4909.2—2009,目力检查
	绝缘厚度测量	T,S	GB/T 2951.11—2008
	护套厚度测量	T,S	GB/T 2951.11—2008
	成缆绞合节距测量和绞合方向检查	T,S	GB/T 4909.2—2009,目力检查
	屏蔽层结构尺寸检查	T,S	见 7.4,GB/T 4909.2—2009,目力检查
	内衬层结构尺寸检查	T,S	见 7.5.3,GB/T 2951.11—2008
	铠装层结构尺寸检查	T,S	见 7.6
	外径测量	T,S	GB/T 2951.11—2008

表 19 (续)

检验项目		试验类型	试验方法
电气性能试验	导体直流电阻测量	T,R	GB/T 3048.4—2007
	引流线直流电阻测量	T,R	GB/T 3048.4—2007
	成品电缆电压试验	T,R	GB/T 3048.8—2007
	绝缘线芯电压试验	T	GB/T 3048.8—2007
	工作温度下的绝缘电阻测量	T	GB/T 3048.5—2007
绝缘机械物理性能试验	老化前拉力试验	T,S	GB/T 2951.11—2008
	空气箱老化后拉力试验	T	GB/T 2951.12—2008
	非污染试验	T	GB/T 2951.12—2008
	失重试验	T	GB/T 2951.32—2008
	高温压力试验	T	GB/T 2951.31—2008
	热冲击试验	T	GB/T 2951.31—2008
	热延伸试验	T,S	GB/T 2951.21—2008
	吸水试验	T	GB/T 2951.13—2008
	收缩试验	T	GB/T 2951.13—2008
低温试验	T	GB/T 2951.14—2008	
护套机械物理性能试验	老化前拉力试验	T,S	GB/T 2951.11—2008
	空气箱老化后拉力试验	T	GB/T 2951.12—2008
	非污染试验	T	GB/T 2951.12—2008
	失重试验	T	GB/T 2951.32—2008
	高温压力试验	T	GB/T 2951.31—2008
	热冲击试验	T	GB/T 2951.31—2008
	吸水试验	T	GB/T 2951.13—2008
	收缩试验	T	GB/T 2951.13—2008
	低温试验	T	GB/T 2951.14—2008
碳黑含量	T	GB/T 2951.41—2008	
燃烧性能试验	成品电缆单根燃烧试验	T	GB/T 19666
	成品电缆成束燃烧试验	T	GB/T 19666
	酸气含量试验	T	GB/T 19666
	pH 值和电导率试验	T	GB/T 19666
	氟含量试验	T	GB/T 19666
	烟密度试验	T	GB/T 19666
	耐火试验	T	GB/T 19666
标志检查	成品电缆标志	T,S	GB/T 6995.1—2008
	绝缘线芯识别	T,S	GB/T 6995.1—2008
外观检查	T,S	目力检查	

## GB/T 9330—2020

10.2 产品应由制造厂检验合格后方可出厂,出厂产品应附有产品质量合格证。

10.3 交货批的抽样数量由供需双方协议规定,需方未作要求时,则按供方的规定抽样。

10.4 如果抽样试验的结果不合格,应加倍取样对不合格项目进行第二次试验。如果第二次试验的结果合格,则判定该批产品合格;如果第二次试验的结果仍不合格,应逐盘、逐圈进行试验并判定试验结果。

## 11 使用特性

### 11.1 电缆工作温度

电缆的工作温度如下:

——聚氯乙烯绝缘电缆正常运行时导体最高温度为 70 °C;

——交联聚乙烯绝缘电缆正常运行时导体最高温度为 90 °C。

### 11.2 电缆额定电压

电缆的交流额定电压  $U_0/U$  为 450/750 V。

当电缆用于交流系统时,电缆的额定电压不应低于使用电缆系统的标称电压。

当电缆用于直流系统时,该系统的标称电压不应大于电缆交流额定电压的 1.5 倍。

注:系统的工作电压允许长时间地超过该系统标称电压的 10%,如果电缆的额定电压至少等于该系统的标称电压,则电缆可在高于额定电压 10%的工作电压下使用。

### 11.3 电缆敷设环境温度

敷设电缆时的环境温度不宜低于 0 °C。

### 11.4 电缆允许弯曲半径

电缆允许弯曲半径如下:

——软结构电缆,弯曲半径不应小于电缆外径的 6 倍;

——聚氯乙烯绝缘无铠装电缆,弯曲半径不应小于电缆外径的 6 倍;

——交联聚乙烯绝缘无铠装电缆,弯曲半径不应小于电缆外径的 8 倍;

——铠装电缆和金属带屏蔽电缆,弯曲半径不应小于电缆外径的 12 倍。

## 12 包装

12.1 成圈或成盘电缆应卷绕整齐,妥善包装。电缆盘应符合 JB/T 8137 的规定。

电缆端头应可靠密封,伸到电缆盘外的电缆端头宜加保护罩。

12.2 每圈或每盘上应附有标签标明:

- a) 制造厂名称;
- b) 型号、规格,额定电压的单位:V,标称截面积的单位:mm<sup>2</sup>;
- c) 长度,单位为 m;
- d) 质量,单位为 kg;
- e) 制造日期, 年 月;
- f) 标准编号;
- g) 电缆盘的正确滚动方向。

12.3 装箱时,箱体外壳上应标明:

- a) 制造厂名称；
- b) 型号、规格，额定电压的单位：V，标称截面积的单位： $\text{mm}^2$ ；
- c) 标准编号；
- d) 箱体外形尺寸及质量，外形尺寸的单位：mm，质量的单位：kg；
- e) 防潮、防掷标志。

附 录 A  
(规范性附录)  
假定值的计算方法

### A.1 概述

本计算方法用于确定电缆各组成元件的假定直径,使电缆设计标准化,以尽量避免在单独计算中引起的任何差异。

### A.2 假定值计算方法

#### A.2.1 导体的假定直径

第 1 种、第 2 种和第 5 种导体的假定直径  $D_c$  见表 A.1。

表 A.1 导体的假定直径

标称截面积 mm <sup>2</sup>	导体假定直径 $D_c$ mm		
	第 1 种导体	第 2 种导体	第 5 种导体
0.5	0.8	0.9	1.0
0.75	1.0	1.1	1.1
1.0	1.1	1.2	1.3
1.5	1.4	1.5	1.5
2.5	1.8	1.9	2.0
4	2.2	2.4	2.5
6	2.7	2.9	3.0
10	3.5	3.8	3.9

#### A.2.2 绝缘线芯的假定直径

##### A.2.2.1 无云母带耐火层的电缆绝缘线芯

按式(A.1)计算无云母带耐火层电缆绝缘线芯的假定直径  $D_i$ 。

$$D_i = D_c + 2\Delta_i \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- $D_i$  ——绝缘线芯的假定直径,单位为毫米(mm);
- $D_c$  ——导体的假定直径(见表 A.1),单位为毫米(mm);
- $\Delta_i$  ——绝缘的标称厚度(见表 5),单位为毫米(mm)。

##### A.2.2.2 有云母带耐火层的电缆绝缘线芯

按式(A.2)计算有云母带耐火层电缆绝缘线芯的假定直径  $D_i$ 。

$$D_i = D_c + 2\Delta_i + 0.4 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

### A.2.3 绝缘线芯绞合后的缆芯假定直径

按式(A.3)计算缆芯的假定直径  $D_t$ 。

$$D_t = k \times D_i + 0.2 \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

$D_i$  ——缆芯的假定直径,单位为毫米(mm)；

$k$  ——成缆系数(见表 A.2)。

表 A.2 成缆系数  $k$

芯 数	成缆系数 $k$	芯 数	成缆系数 $k$
2	2.00	27	6.15
3	2.16	28	5.41
4	2.42	29	6.41
5	2.70	30	6.41
6	3.00	31	6.70
7	3.00	32	6.70
8	3.45	33	6.70
9	3.80	34	7.00
10	4.00	35	7.00
11	4.00	36	7.00
12	4.16	37	7.00
13	4.41	38	7.33
14	4.41	39	7.33
15	4.70	40	7.33
16	4.70	41	7.67
17	5.00	42	7.67
18	5.00	43	7.67
19	5.00	44	8.00
20	5.33	45	8.00
21	5.33	46	8.00
22	5.67	47	8.00
23	5.67	48	8.15
24	6.00	52	8.41
25	6.00	61	9.00
26	6.00	—	—

### A.2.4 金属屏蔽的假定直径

按式(A.4)计算金属屏蔽的假定直径  $D_u$ 。

$$D_u = D_t + 2\Delta_u \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$D_u$  ——金属屏蔽的假定直径,单位为毫米(mm)；

## GB/T 9330—2020

$\Delta_u$  ——屏蔽层的标称厚度,单位为毫米(mm)。

金属(复合)带屏蔽时, $\Delta_u$  等于 0.2 mm。

铜线编织屏蔽时, $\Delta_u$  等于 2.5 倍编织单线的标称直径(见表 6)。

## A.2.5 内衬层(隔离套)的假定直径

按式(A.5)或式(A.6)计算出铠装电缆内衬层(屏蔽铠装电缆的隔离套)的假定直径  $D_b$ 。

$$D_b = D_t + 2\Delta_b \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

$$D_b = D_u + 2\Delta_b \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

$D_b$  ——铠装电缆内衬层(屏蔽铠装电缆的隔离套)的假定直径,单位为毫米(mm);

$\Delta_b$  ——内衬层的标称厚度(见表 7),单位为毫米(mm)。

## A.2.6 铠装层的假定直径

按式(A.7)计算出铠装层的假定直径  $D_a$ 。

$$D_a = D_b + 2\Delta_a \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

$D_a$  ——铠装层的假定直径,单位为毫米(mm);

$\Delta_a$  ——铠装层的标称厚度,单位为毫米(mm)。

双钢带铠装时, $\Delta_a$  等于 2 倍铠装钢带的标称厚度(见表 8)。

钢丝铠装时, $\Delta_a$  等于铠装钢丝的标称直径×层数(见表 9)。

## A.2.7 电缆外径的上限值

按式(A.8)或式(A.9)或式(A.10)计算出电缆外径的上限值  $D_s$ 。

$$D_s = 1.2 \times (D_t + 2\Delta_s) \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

$$D_s = 1.2 \times (D_u + 2\Delta_s) \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

$$D_s = 1.2 \times (D_a + 2\Delta_s) \quad \dots\dots\dots (A.10)$$

式中:

$D_s$  ——电缆外径的上限值,单位为毫米(mm);

$\Delta_s$  ——护套的标称厚度(见表 13),单位为毫米(mm)。

## A.3 数值修约

对计算结果进行修约,采用下述规则:

——所有计算结果应修约到 1 位小数,即精确到 0.1 mm。所有计算结果用到相应的计算公式之前应先修约到 1 位小数;

——修约前,如果第 2 位小数为 0、1、2、3、4,则小数点后第 1 位小数保持不变(舍去);修约前,如果第 2 位小数为 5、6、7、8、9,则小数点后第 1 位小数加上 1(进一)。