

中华人民共和国国家标准

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4节:低温试验

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 1: Methods for general application
Section four: Test at low temperature

GB/T 2951.4—1997
idt IEC 811-1-4:1985
No. 1(1993)第1次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.12~2951.14—94

1 范围

GB/T 2951 标准规定了配电用电缆和通信电缆,包括船用电缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951.4 规定了低温试验方法,适用于电线、电缆的聚氯乙烯和聚乙烯绝缘和护套材料。

2 试验原则

本标准没有规定全部的试验条件(诸如温度,持续时间等)以及全部的试验要求,它们应在有关电缆产品标准中加以规定。

本标准规定的任何试验要求可以在有关电缆产品标准中加以修改,以适应特殊类型电缆的需要。

3 适用范围

本标准规定的试验条件和试验参数适用于电缆、电线和软线的最常用类型的绝缘和护套材料。

4 型式试验和其他试验

本标准所述的试验方法首先是作为型式试验用的。某些试验项目其型式试验和经常进行的试验(如例行试验)的条件有本质上的区别,本标准已指明了这些区别。

5 预处理

所有的试验应在绝缘和护套料挤出或硫化(或交联)后存放至少 16 h 方可进行。

6 试验温度

试验应在有关电缆产品标准规定的温度下进行。

7 中间值

将获得的应有个数的试验数据以递增或递减次序排列,若有效数据的个数是奇数时,则中间值为正中间一个数值;若是偶数,则中间值为中间两个数值的平均值。

8 低温试验

8.1 绝缘低温卷绕试验

8.1.1 概述

本试验一般适用于外径 12.5 mm 及以下的圆形绝缘线芯及不能制备哑铃试件的扇形绝缘线芯。

若有关电缆产品标准中有规定,试验应在大尺寸绝缘线芯上进行。否则,大尺寸绝缘线芯应进行 8.3 条所述的低温拉伸试验。

8.1.2 取样和试样制备

从每个被试绝缘线芯上取两根适当长度的试样。如有外护层,应除去后才能作为试样。

8.1.3 试验仪器

本试验推荐采用的试验设备参见图 1 及注释。它基本上由一旋转轴和试样导向装置组成。也可使用实际上与图 1 设备相当的另一种单轴设备。

此试验设备在试验前及试验过程中应放置在低温箱内。

8.1.4 试验步骤

试样应按图 1 所示固定在设备上。

装好试样的设备应在规定温度的低温箱内放置不少于 16 h。16 h 的冷却时间包括冷却设备所必需的时间。

如果试验设备已预冷,只要试样已达到规定的试验温度。则允许缩短冷却时间,但不得少于 4 h。如果试验设备和试样均已预冷,则将每个试样固定在试验设备上后冷却 1 h 就足够了。

规定的冷却时间结束后,按 8.1.5 条规定的条件旋转试棒,使试样整齐地在试棒上卷绕成紧密的螺旋。如果是扇形试样,则试样的圆形“背部”应与试棒接触。

然后,将试样保持在试棒上,使其恢复到接近环境温度。

8.1.5 试验条件

试验温度按有关电缆产品标准规定。

试棒的直径应为试样直径的 4~5 倍(见下表)。

试棒应以约每 5 s 转一圈的速率匀速旋转,卷绕圈数按下表规定:

| 试样外径, mm | 旋转圈数 |
|--------------------|------|
| $d \leq 2.5$ | 10 |
| $2.5 < d \leq 4.5$ | 6 |
| $4.5 < d \leq 6.5$ | 4 |
| $6.5 < d \leq 8.5$ | 3 |
| $8.5 < d$ | 2 |

每一试样的实际直径应用游标卡尺或测量带进行测量。对于扇形试样,以短轴作为等效直径来确定试棒直径和卷绕圈数。

对于扁平软线,应以试样的短轴尺寸来确定试棒的直径和卷绕圈数。卷绕时短轴垂直于试棒。

8.1.6 试验结果的评定

按 8.1.4 条规定试验结束后,检查仍在试棒上的试样。当用正常视力或矫正过的视力而不用放大镜进行检查时,两个绝缘试样均应无任何裂纹。

8.2 护套低温卷绕试验

8.2.1 概述

本试验一般适用于外径 12.5 mm 及以下的电缆和短轴尺寸 20 mm 及以下的扁电缆。

若有关电缆产品标准中有规定,试验可在大规格电缆上进行。否则,大规格电缆的护套应进行 8.4 条所述的低温拉伸试验。

8.2.2 取样和试样制备

从每个被试护套上取两根适当长度的电缆试样。

试验前,应剥去护套上的所有护层。

8.2.3 试验设备、步骤和试验条件

按 8.1.3, 8.1.4 和 8.1.5 条的规定。

对于外护套内有铠装或同心绞合导体的电缆,试棒的直径应按有关电缆产品标准的规定。

8.2.4 试验结果的评定

按 8.1.4 条规定试验结束后,检查仍在试棒上的试样。当用正常视力或矫正过的视力而不用放大镜进行检查时,两个试样的护套均应无任何裂纹。

8.3 绝缘低温拉伸试验

8.3.1 概述

本试验适用于不进行 8.1.1 条规定的低温卷绕试验的绝缘线芯的绝缘。

8.3.2 取样

每个被试线芯应取两根适当长度的试样。

8.3.3 试样制备

所有护层(包括外半导体层,若有的话)剥去后,沿轴向切开绝缘,然后取出导体和内半导体层(若有的话)。

绝缘试条应磨平或削平,以获得下面所述的两个标记线之间光滑平行的表面,磨平时注意避免过热。切削机示例参见 GB/T 2951.1—1997 的附录 A,聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)绝缘只能削平,不能磨平。磨平或削平后绝缘试条的厚度应不小于 0.8 mm;不大于 2.0 mm。如果从原始试样上不能获得 0.8 mm 厚度的试条,则允许最小厚度为 0.6 mm。

所有试条应在环境温度下处理至少 16 h。

然后,沿着每根试条的轴向冲切出两个如图 3 或图 4(如有必要)哑铃试件。如有可能,应并排冲切两个哑铃试件。

对于扇形线芯,应在绝缘线芯的“背部”切取哑铃试件。

如果试验时能直接测量标记线之间的距离,则应按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.3a) 的最后一段规定,在哑铃试件上标出标记线。

8.3.4 试验设备

试验可在带低温装置的普通拉力机上进行,或在置于低温箱内的拉力机上进行。

如果使用液体制冷剂,则在规定的试验温度下的预处理时间应不小于 10 min。

当试验设备和试样一起在空气中冷却时,冷却时间应至少为 4 h。如果试验设备已预冷,冷却时间可缩短至 2 h。如果试验设备和试样均已预冷,则将试样固定在试验设备上的冷却时间应不小于 30 min。

如用混合液制冷,则该液体应不损伤绝缘和护套材料。

拉伸试验时,最好采用能直接测量标记线间距离的试验设备,但也可采用测量夹头间位移的试验设备。

注:合适的制冷剂是乙醇或甲醇与干冰的混合物。

8.3.5 试验步骤和试验条件

拉力机的夹头应是非自紧式的。

在预冷的两个夹头中,哑铃试件被夹住的长度应是一样的。

如果试验时直接测量标记线之间的距离,则夹头之间的自由长度对于这两种哑铃试件均应为 30 mm 左右。

若是测量夹头间的位移,则对于图 3 哑铃试件其夹头间的自由长度应为 (30 ± 0.5) mm;对于图 4 哑铃试件,其夹头间的自由长度应为 (22 ± 0.5) mm。

拉力机夹头的分离速度应为 (25 ± 5) mm/min。

试验温度按有关电缆产品标准对该种绝缘料的规定。

伸长率用拉断时标记线间距离,或拉断时夹头间的距离来确定。

8.3.6 试验结果的评定

用标记线间距离的增值与原始距离 20 mm(若是图 4 哑铃试件时应为 10 mm)之比计算伸长率,以百分比表示。

如果采用测量夹头间距离的方法,则原始距离对图 3 哑铃试件应为 30 mm,对图 4 哑铃试件应为 22 mm。当采用这种方法时,应在试件从试验设备上取下来之前进行测量。如试件部分地滑出夹头,则此试验数据作废。计算伸长率至少应有三个有效数据,否则试验应重做。

除非另有规定,有效的试验结果均不得小于 20%。

在有争议时,应采用测量标记线间距离的方法。

8.4 护套低温拉伸试验

8.4.1 概述

本试验适用于不进行 8.2.1 条规定的低温卷绕试验的电缆护套。

8.4.2 取样

每个被试护套应取两根适当长度的试样。

8.4.3 试样制备

所有护层剥去后,应沿着轴向将护套切开,然后去除绝缘线芯、填充物以及里面的其他结构元件(若有的话)。

如果护套内、外表面均光滑,平均厚度不超过 2.0 mm,则试样不必削平或磨平。厚度超过 2.0 mm 的试样或者有标记压痕和内侧有压痕或凸脊的试样均应削平或磨平,以获得两个光滑的平行表面,其厚度应不大于 2.0 mm,不小于 0.8 mm。如果从原始试样上不能获得 0.8 mm 的试样,则允许最小厚度为 0.6 mm。磨平或削平时应注意避免过热和过分的机械损伤。切削机示例见 GB/T 2951.1—1997 的附录 A。

所有试样应在环境温度下存放至少 16 h。

然后,沿着每根试样的轴向冲切出两个如图 3 或图 4(如有必要)哑铃试件。如有可能,应并排冲切两个哑铃试件。

如果试验时直接测量标记线间的距离,则应按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.3a) 最后一段规定,在哑铃试件上作出标记线。

8.4.4 试验设备

按 8.3.4 条的规定。

8.4.5 试验步骤和试验条件

按 8.3.5 条规定。

8.4.6 试验结果的评定

按 8.3.6 条的规定。

8.5 聚氯乙烯绝缘和护套低温冲击试验

8.5.1 概述

本试验适用于各种聚氯乙烯护套电缆,而与绝缘线芯的绝缘类型无关。如果有关电缆产品标准有规定,也适用于无护套的电线、软线和扁平软线的聚氯乙烯绝缘。

护套电缆的聚氯乙烯绝缘不直接进行低温冲击试验。

8.5.2 取样和试样制备

取三个成品电缆试样,每个试样长度至少是电缆直径的 5 倍,最短 150 mm。所有外护层应除去。

8.5.3 试验设备

本试验用设备如图 2 所示,并附有注释。

设备应放在约 40 mm 厚的海绵橡皮垫上,试验前和试验期间均应置于低温箱内。

8.5.4 试验条件

试验温度应由有关电缆产品标准规定。

对于固定敷设的电缆试样,试验用落锤重量应按下表的规定:

| 外径,mm | | 落锤重量 g |
|-------|------|-----------|
| 大于 | 小于等于 | |
| — | 4.0 | 100 |
| 4.0 | 6.0 | 200 |
| 6.0 | 9.0 | 300 |
| 9.0 | 12.5 | 400 |
| 12.5 | 20.0 | 500 |
| 20.0 | 30.0 | 750 |
| 30.0 | 50.0 | 1 000 |
| 50.0 | 75.0 | 1 250 |
| 75.0 | — | 1 500 |

对软电缆、软线和通信电缆的试样,试验用落锤重量应按下表的规定:

| 外径,mm | | 落锤重量 g |
|--------|------|-----------|
| 大于 | 小于等于 | |
| 对于扁平软线 | | 100 |
| — | 6.0 | 100 |
| 6.0 | 10.0 | 200 |
| 10.0 | 15.0 | 300 |
| 15.0 | 25.0 | 400 |
| 25.0 | 35.0 | 500 |
| 35.0 | — | 600 |

表中所列外径应用游标卡尺或测量带对每个试样进行测量。

扁平软线试验时,其短轴应与钢质底座垂直。

8.5.5 试验步骤

试验设备和被试电缆试样应并排放置在低温箱中保持在规定温度下冷却至少 16 h,其中包括试验设备的冷却时间。如果试验设备已预冷,并且试样已达到规定的试验温度,则允许缩短冷却时间,但不得少于 1 h。

规定的冷却时间结束后,每个试样应依次放在图 2 所示的位置上,落锤应从 100 mm 高处落下。

试验后使试样恢复到接近室温,然后检查无护套电缆或软线的绝缘。

使试样保持平直,将试样以每 100 mm 扭转 360°进行扭绞,然后对绝缘进行检查。若绝缘试样不能这样扭绞,则按护套的规定进行检查。

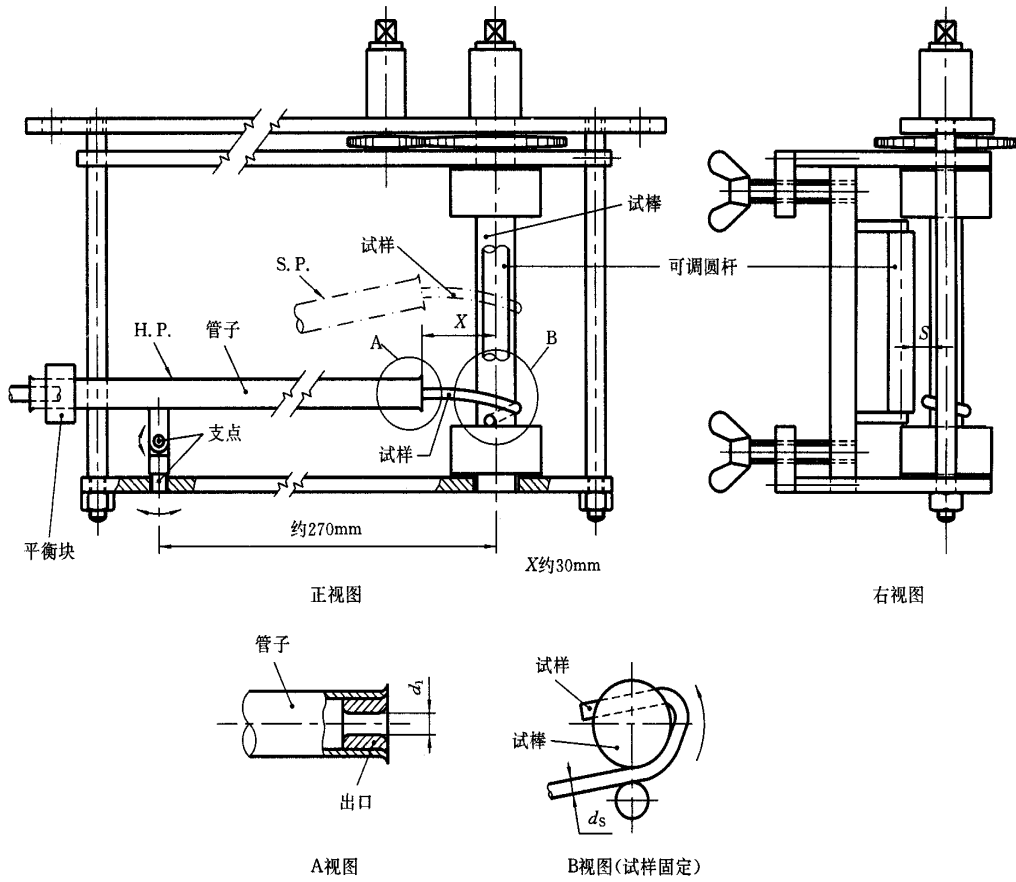
检验电缆或软线护套前,应先使其恢复到接近室温后浸入热水中,然后再沿着电缆轴向将护套切开。

检查护套和绝缘的内、外表面。护套电缆或软线的绝缘只检查外表面。

8.5.6 试验结果的评定

当用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查时,三个试样均不应有裂纹。

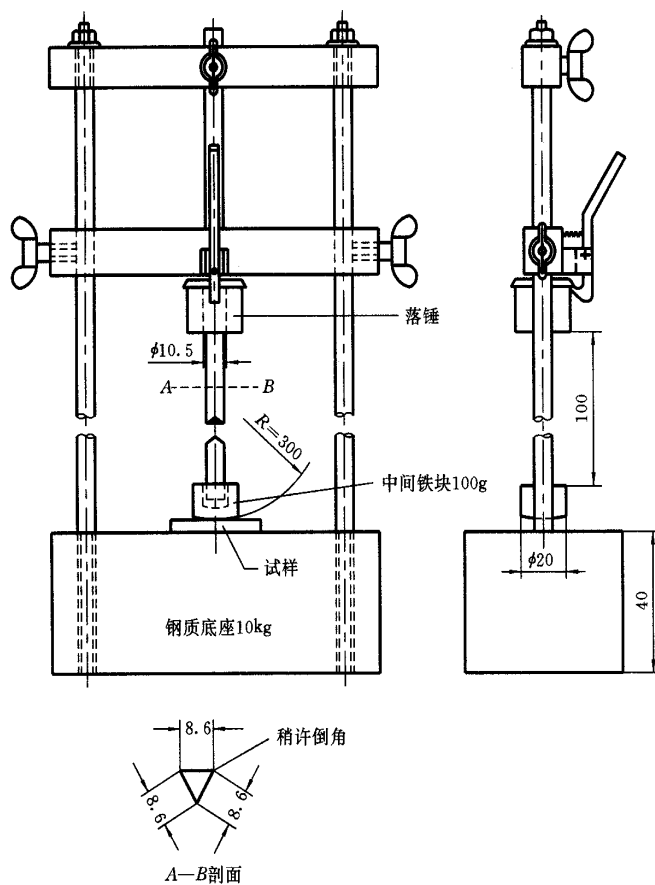
如果三个试样中有一个有裂纹,则应再取三个试样重复进行试验。如果这三个试样均无裂纹,则符合试验要求。如仍有任何一个试样有裂纹,则电缆或护套不符合试验要求。



注：

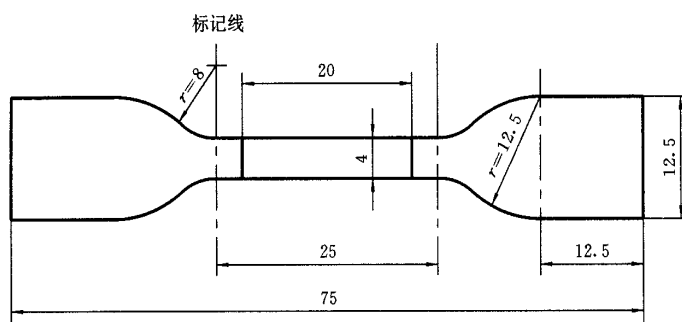
- 1 $d_s < S < 1.5 d_s$
- 2 $d_1 = 1.2 - 1.5 d_s$
- 3 水平位置上(H.P.)试样不应被管子往下压得太过分。
- 4 倾斜位置上(S.P.)，试样不应被管子往上抬得太过分。

图1 低温卷绕设备



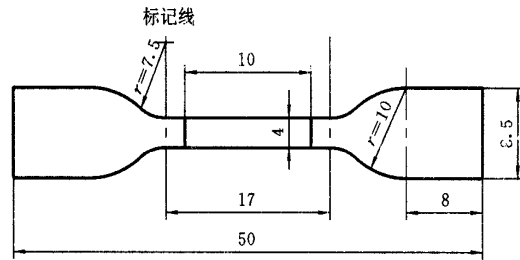
尺寸单位:mm

图2 冲击试验设备



尺寸单位:mm

图3 哑铃试件



尺寸单位:mm

图 4 小哑铃试件