

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1节:厚度和外形尺寸测量

——机械性能试验

GB/T 2951.1—1997
idt IEC 811-1-1:1993

代替 GB/T 2951.1~2951.6—94

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 1: Methods for general application
Section one: Measurement of thickness and overall
dimensions—Tests for determining the mechanical properties

1 范围

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

GB/T 2951.1 规定了厚度和外形尺寸的测量方法及机械性能试验方法。这些方法适用于最普通类型的绝缘和护套材料(弹性体、聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等等)。

1.1 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2951.2—1997 电缆绝缘和护套材料的通用试验方法 第1部分:通用试验方法 第2节:热老化试验方法

GB/T 2951.3—1997 电缆绝缘和护套材料的通用试验方法 第1部分:通用试验方法 第3节:密度测定方法——吸水试验——收缩试验

GB/T 2951.5—1997 电缆绝缘和护套材料的通用试验方法 第2部分:弹性体混合料专用试验方法 第1节:耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验

2 试验原则

本标准没有规定全部的试验条件(如温度、持续时间等)以及全部试验要求,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

本标准规定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。除非另有规定,任何试验前,所有试样包括老化或未老化的试样应在温度(23±5)℃下至少保持 3 h。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

7 定义

本标准采用下述定义:

- 7.1 最大拉力:试验期间负荷达到的最大值。
- 7.2 抗拉应力:试件未拉伸时的单位面积上的拉力。
- 7.3 抗张强度:拉伸试件至断裂时记录的最大抗拉应力。
- 7.4 断裂伸长率:试件拉伸至断裂时,标记距离的增量与未拉伸试样的标记距离的百分比。
- 7.5 中间值:将获得的数个试验数据以递增或递减次序排列,当有效数据的个数为奇数时,则中间值为正中间一个数值;若为偶数时,则中间值为中间两个数值的平均值。

8 厚度和外形尺寸的测量

8.1 绝缘厚度的测量

8.1.1 概述

绝缘厚度的测量可以作为一项单独的试验,也可以作为其他试验如机械性能试验过程中的一个步骤。

在所有情况下,取样方法应符合有关电缆产品标准的规定。

8.1.2 测量装置

读数显微镜或放大倍数至少 10 倍的投影仪,两种装置读数均至 0.01 mm。当测量绝缘厚度小于 0.5 mm 时,则小数点后第三位数为估计读数。

有争议时,应采用读数显微镜测量作为基准方法。

8.1.3 试样制备

从绝缘上去除所有护层,抽出导体和隔离层(若有的话)。小心操作以免损坏绝缘,内外半导体层若与绝缘粘连在一起,则不必去掉。

每一试件由一绝缘薄片组成,应用适当的工具(锋利的刀片如剃刀刀片等)沿着与导体轴线相垂直的平面切取薄片。

无护套扁平软线的线芯不应分开。

如果绝缘上有压印标记凹痕,则会使该处厚度变薄,因此试件应取包含该标记的一段。

8.1.4 测量步骤

将试件置于测量装置的工作面上,切割面与光轴垂直。

- a) 当试件内侧为圆形时,应按图 1 径向测量 6 点。如是扇形绝缘线芯,则按图 2 测量 6 点。
- b) 当绝缘是从绞合导体上截取时,应按图 3 和图 4 径向测量 6 点。
- c) 当试件外表面凹凸不平时,应按图 5 测量 6 点。

d) 当绝缘内、外均有不可去除的屏蔽层时,屏蔽层厚度应从测量值中减去。

当不透明绝缘内、外均有不可去除的屏蔽层时,应使用读数显微镜测量。

e) 无护套扁平软线应按图 6 测量。两导体之间最短距离的一半作为绝缘线芯的绝缘厚度。在任何情况下,第一次测量应在绝缘最薄处进行。

如果绝缘试件包括压印标记凹痕,则该处绝缘厚度不应用来计算平均厚度。但在任何情况下,压印标记凹痕处的绝缘厚度应符合有关电缆产品标准中规定的最小值。

若规定的绝缘厚度为 0.5 mm 及以上时,读数应测量到小数点后两位(以 mm 计);若规定的绝缘厚度小于 0.5 mm 时,则读数应测量到小数点后三位,第三位为估计数。

8.1.5 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

进行机械性能试验时,每个试件厚度的平均值 δ (见 9.1.4 b1)条)应按该试件上测得的 6 个测量值计算。

8.2 非金属护套厚度测量

8.2.1 概述

护套厚度的测量可以作为一项单独的试验,也可以作为其他试验如机械性能试验过程中的一个步骤,本试验方法也适用于其他有规定厚度的护套的测量,例如隔离套和外护套。

在所有情况下,取样方法均应符合有关电缆产品标准的规定。

8.2.2 测量装置

(8.1.2 条)

8.2.3 试样制备

去除护套内、外所有元件(若有的话),用一适当的工具(锋利的刀片如剃刀刀片等)沿垂直于电缆轴线的平面切取薄片。

如果护套上有压印标记凹痕,则会使该处厚度变薄,因此试件应取包含该标记的一段。

8.2.4 测量步骤

将试件置于测量装置工作面上,切割面与光轴垂直。

a) 当试件内侧为圆形时,应按图 1 径向测量 6 点。

b) 如果试件的内圆表面实质上是不规整或不光滑的,则应按图 7 在护套最薄处径向测量 6 点。

c) 当试件内侧有导体造成很深的凹槽时,应按图 8 在每个凹槽底部径向测量。

当凹槽数目超过 6 个时,应按 b) 条进行测量。

d) 当因刮胶带或肋条形护套外形引起的护套外表面不规整时,应按图 9 进行测量。

e) 对于有护套的扁平软线,应按图 10 在与每个绝缘线芯截面的短轴大致平行的方向及长轴上分别测量。但无论如何应在最薄处测量一点。

f) 六芯及以下有护套的扁平电缆应按图 11 进行测量:

——在圆弧形两头沿着横截面的长轴进行测量;

——在扁平的两边,在第一根和最后一根绝缘线芯上测量;如果最薄厚度不在上述几次测量值中,则应增加最薄处及其对面方向上厚度的测量。

上述规定也适用于六芯以上扁平电缆护套厚度的测量,但应增加中间绝缘线芯处或者当绝缘线芯数为偶数时取中间两个绝缘线芯之一进行测量。

在任何情况下,必须有一次测量在护套最薄处进行。

如果护套试样包括压印标记凹痕,则该处厚度不应用来计算平均厚度。但在任何情况下,压印标记凹痕处的护套厚度应符合有关电缆产品标准中规定的最小值。

读数应到小数点后两位(以 mm 计)。

8.2.5 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

进行机械性能试验时,每个试件的厚度平均值 δ (9.2.4条)应按该试件上测得的所有测量值计算。

8.3 外形尺寸测量

8.3.1 概述

线芯绝缘外径和护套外径的测量可以作为一项单独的试验,亦可作为其他试验过程中的一个步骤。除非特殊试验程序规定了不同的或替代的方法,下面8.3.2条规定的是通用的测量方法。

在所有情况下,取样方法均应符合有关电缆产品标准的规定。

8.3.2 测量步骤

a) 软线和电缆的外径不超过25 mm时,用测微计、投影仪或类似的仪器在互相垂直的两个方向上分别测量。

例行试验允许用刻度千分尺或游标卡尺测量,测量时应尽量减小接触压力。

b) 软线和电缆的外径超过25 mm时,应用测量带测量其圆周长,然后计算直径。也可使用能直接读数的测量带测量。

c) 扁平软线和电缆应使用测微计、投影仪或类似的仪器沿着横截面的长轴和短轴进行测量。除非有关电缆产品标准中另有规定;尺寸为25 mm及以下者,读数应到小数点后两位(以mm计),尺寸为25 mm以上者,读数应到小数点后一位。

8.3.3 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

9 绝缘和护套材料机械性能测量方法

9.1 绝缘材料

9.1.1 概述

本方法是在电缆制成时条件下(即未经老化处理的),如果需要也可以按有关电缆产品标准中规定的一种或几种加速老化处理后,测定电缆绝缘材料(不包括半导体层)的抗张强度和断裂伸长率。

空气烘箱、空气弹和氧弹老化步骤参见GB/T 2951.2—1997第8章。

需老化处理的试件应取自紧靠未老化试验用试件后面一段。老化和未老化试件的拉力试验应连续进行。

注:如有必要增加试验的可靠性,推荐由同一操作人员,使用同一种测试方法,在同一个实验室同一台机器上对老化和未老化试件进行试验。

9.1.2 取样

从每个被试绝缘线芯试样(或每个被取绝缘线芯的绝缘试样)上切取足够长的样段,供制取老化前机械性能试验用试件至少5个和供要求进行各种老化用试件各至少5个。要注意制备每个试件的取样长度要求100 mm。

扁平软线的绝缘线芯不应分开。

有机械损伤的任何试样均不应用于试验。

9.1.3 试件制备及处理

a) 哑铃试件

尽可能使用哑铃试件。将绝缘线芯轴向切开,抽出导体,从绝缘试样上制取哑铃试件。

绝缘内、外两侧若有半导体层,应用机械方法去除而不应使用溶剂。

每一绝缘试样应切成适当长度的试条,在试条上标上记号,以识别取自哪个试样及其在试样上彼此相关的位置。

绝缘试条应磨平或削平,使标记线之间具有平行的表面。磨平时应注意避免过热,削片机的实例参见附录A。对PE和PP绝缘只能削平而不能磨平,磨平或削平后,试条厚度应不小于0.8 mm,不大于

2.0 mm。如果不能获得 0.8 mm 的厚度,允许最小厚度为 0.6 mm。

然后在制备好的绝缘试条上冲切如图 12 所示的哑铃试件,如有可能,应并排冲切两个哑铃试件。

为了提高试验结果的可靠性,推荐采取下列措施:

——冲模(哑铃刀)应非常锋利以减少试件上的缺陷;

——在试条和底板之间放置一硬纸板或其他适当的垫片。该垫片在冲切过程中可能被冲破,但不会被冲模(哑铃刀)完全切断;

——应避免试件两边的毛刺。

对于有可能冲出带毛刺的哑铃试件的材料,可采取下列方法:

1) 冲模两端应有一个 2.5 mm 宽,2.5 mm 高的凹槽(见图 14);

2) 冲制的哑铃试件两端仍与按 9.1.3a) 条要求制备的试条连接在一起(见图 15);

3) 采用附录 A 的设备,则可切掉多余的 0.1~0.15 mm 厚度以除去由哑铃冲模引起可能出现的毛刺。上述操作结束后将哑铃试件的两端从绝缘试条上切开,取出哑铃试件。

当绝缘线芯直径太小不能用图 12 冲模冲切试件时,可用图 13 所示的小冲模从制备的试条上冲切试件。

拉力试验前,在每个哑铃试件的中央标上两条标记线。其间距:大哑铃试件为 20 mm;小哑铃试件为 10 mm。

允许哑铃试件的两端不完整,只要断裂点发生在标记线之间。

b) 管状试件

只有当绝缘线芯尺寸不能制备哑铃试件时才使用管状试件。

将线芯试样切成约 100 mm 长的小段,抽出导体,去除所有外护层,注意不要损伤绝缘。每个管状试件均标上记号,以识别取自哪个试样及其在试样上彼此相关的位置。

采用下述一个或多个操作方法能使抽取导体方便:

1) 拉伸硬导体;

2) 在小的机械力作用下小心滚动绝缘线芯;

3) 如果是绞合线芯或软导体,可先抽取中心 1 根或几根导体。

导体抽出后,将隔离层(如有的话)除去。如有困难,可使用下述任一种方法:

——如是纸隔离层,浸入水中;

——如是聚酯隔离层,浸入酒精中;

——在光滑的平面上滚动绝缘。

拉力试验前,在每个管状试件的中间部位标上两个标记,间距为 20 mm。

如果隔离层仍保留在管状试件内,那么在拉力试验过程中试样拉伸时会发现试件不规整。

如发生上述情况,该试验结果应作废。

c) 试样的处理

拉力试验前,所有试件应在(23±5)℃温度下存放至少 3 h,避免阳光直射,但热塑性绝缘材料试件的存放温度为(23±2)℃。

如有疑问,则在制备试件前,所有材料或试条应在(70±2)℃温度下(如有关电缆产品标准没有规定其他的处理温度)放置 24 h。

处理温度应不超过导体的最高工作温度。这一处理过程应在测量试件尺寸之前进行。

9.1.4 截面积的测量

a) 哑铃试件

每个试件的截面积是试件宽度和测量的最小厚度的乘积,试件的宽度和厚度应按如下方法测量。

宽度:

——任意选取三个试件测量它们的宽度,取最小值作为该组哑铃试件的宽度;

——如果对宽度的均匀性有疑问,则应在三个试件上分别取三处测量其上、下两边的宽度,计算上、下测量处测量值的平均值。取三个试件的9个平均值中的最小值为该组哑铃试件的宽度。如还有疑问,应在每个试件上测量宽度。

厚度:

——每个试件的厚度取拉伸区域内三处测量值的最小值。

应使用光学仪器或指针式测厚仪进行测量,测量时接触压力不超过 0.07 N/mm^2 。

测量厚度时的误差应不大于 0.01 mm ,测量宽度时的误差应不大于 0.04 mm 。

如有疑问,并在技术上也可行的情况下,应使用光学仪器。或者也可使用接触压力不大于 0.02 N/mm^2 的指针式测厚仪。

注:如果哑铃试片的中间部分成弧状,可使用带合适弧形测量头的指针式测厚仪。

b) 管状试件

在试样中间处截取一个试件,然后用下述测量方法中的一种测量其截面积 A (单位 mm^2)。如有疑问,应使用第二种方法b2)。

b1) 根据截面尺寸计算:

$$A = \pi(D - \delta)\delta$$

式中: δ ——绝缘厚度平均值,mm,按第8章规定测量并修约到小数点后两位(见8.1.4条最后一段);

D ——管状试样外径的平均值,mm,按8.3.2条试验方法b)规定测量并修约到小数点后两位。

b2) 根据密度、质量和长度计算:

$$A = \frac{1\,000m}{d \times L}$$

式中: m ——试样的质量,g,到小数点后三位;

L ——长度,mm,到小数点后一位;

d ——密度, g/cm^3 ,按GB/T 2951.3—1997第8章在同一绝缘样段的(未老化)的另一个试样上测量,到小数点后的三位。

b3) 根据体积和长度计算:

$$A = \frac{V}{L}$$

式中: V ——体积, mm^3 ,到小数点后两位;

L ——长度,mm,到小数点后一位。

可用将试样浸入酒精中的方法测量体积 V 。将试样浸入酒精中时,应小心避免在试样上产生气泡。

c) 对需老化的试样,截面积应在老化处理前测量。但绝缘带导体一起老化的试件除外。

9.1.5 老化处理

每一组要求进行老化处理的试验,应在有关电缆产品标准规定的老化条件下,按GB/T 2951.2—1997第8章规定在5个试件(见9.1.2条)上进行。

9.1.6 试样预处理

拉力试验前,所有试样,均应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下存放至少3h,对于热塑性塑料绝缘试样应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下存放至少3h。

9.1.7 拉力试验步骤

a) 试验温度

试验应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下进行。对热塑性绝缘材料有疑问时,试验应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下进行。

b) 夹头之间的间距和移动速度

拉力试验机的夹头可以是自紧式夹头,也可以是非自紧式夹头。

夹头之间的总间距约为:

如图 13 的哑铃试件	34 mm;
如图 12 的哑铃试件	50 mm;
用自紧式夹头试验时,管状试件	50 mm;
用非自紧式夹头试验时,管状试件	85 mm。

夹头移动速度应为 (250 ± 50) mm/min,但 PE 和 PP 绝缘除外。有疑问时,移动速度应为 (25 ± 5) mm/min。

PE 和 PP 绝缘,或含有这些材料的绝缘,其移动速度应为 (25 ± 5) mm/min。但在进行例行试验时,允许移动速度为 (250 ± 50) mm/min 及以下。

c) 测量

试验期间测量并记录最大拉力。同时在同一试件上测量断裂时,两个标记线之间的距离。

在夹头处拉断的任何试件的试验结果均应作废,在这种情况下,计算抗张强度和断裂伸长率至少需要 4 个有效数据,否则试验应重做。

9.1.8 试验结果表示方法

根据 7.3 和 7.4 条的定义分别计算抗张强度和断裂伸长率,然后应确定试验结果的中间值。

9.2 护套材料

9.2.1 概述

本方法是在电缆制成时条件下,如果需要也可以按有关电缆产品标准中规定的一种或几种老化处理后,测量电缆护套材料的抗张强度和断裂伸长率。

当制备的试件需作老化处理(按 GB/T 2951.2—1997 第 8.1.3 条或 GB/T 2951.5—1997 第 10 章)时,需老化处理的试件应取自紧靠不作老化试验用试件。老化和未老化试件的拉力试验应连续进行。

注:如有必要提高试验的可靠性,推荐由同一操作人员,使用同一种测试方法,在同一个实验室同一台机器上对老化和未老化试样进行试验。

9.2.2 取样

从每个被试电缆或软线试样或取自电缆的护套试样上切取足够长的样段,供制取老化前拉力试验用试件至少 5 个和供电缆标准对护套材料规定的老化后拉力试验所需试件数量。注意制备每个试件需要长度约 100 mm。

有机械损伤的任何试样均不得用于试验。

9.2.3 试样的制备及处理

从护套试样制备试件方法同 9.1.3 条规定的绝缘试件制备方法。

制备哑铃试件时,沿电缆轴向切开护套,切取一窄条,将窄条内的所有电缆元件全部除去。如果窄条内有凸脊或压印,则应磨平或削平。对于 PE 和 PP 护套,只能削平。

注:对于 PE 护套,如果护套比较厚,并且两面均光滑,则哑铃试件厚度不需削到 2.0 mm。

制备管状试件时,护套内的全部电缆元件,包括绝缘线芯,填充物和内护层均应除去。试件的处理参见 9.1.3c) 条。

9.2.4 截面积的测量

每个护套试样的截面积测量方法同 9.1.4 条规定的绝缘试样的测量方法。但对管状试件有下列改动:

——方法 b1) 中使用的护套厚度应按 8.2.4 条规定测得,外径应按 8.3.2 条规定测得。

——密度按方法 b2) 在同一护套的另一个试件上测量。

注:b2) 方法不适用于多层护套。

9.2.5 老化处理

每一个要求进行老化处理的试验,应在有关电缆产品标准规定的老化条件下按 GB/T 2951.2—1997 第 8 章要求在 5 个试件(见 9.2.2 条)上进行。

9.2.6 试样处理

按 9.1.6 条进行。

9.2.7 拉力试验步骤

按 9.1.7 条进行。

9.2.8 试验结果表示方法

按 9.1.8 条进行。

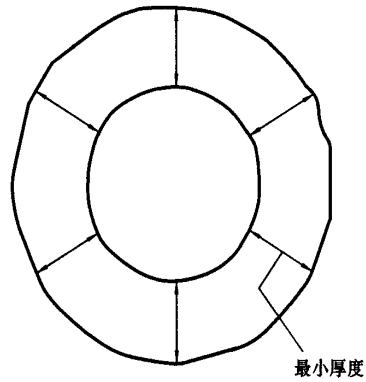


图 1 绝缘和护套厚度测量(圆形内表面)

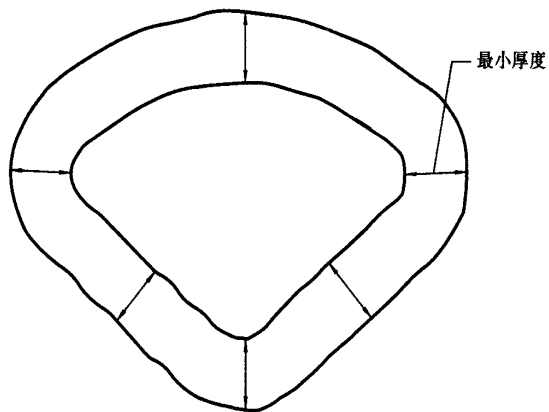


图 2 绝缘厚度测量(扇形导体)

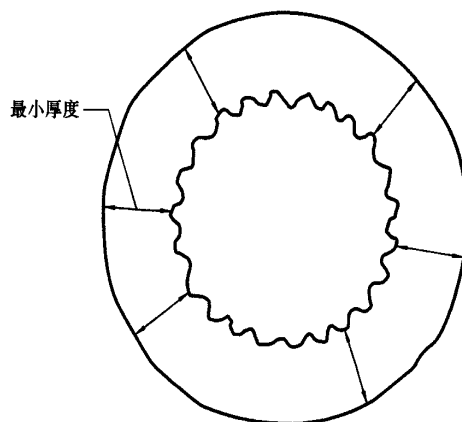


图 3 绝缘厚度测量(绞合导体)

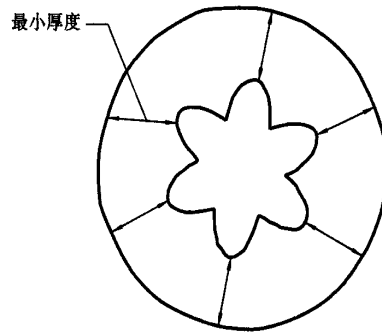


图 4 绝缘厚度测量(绞合导体)

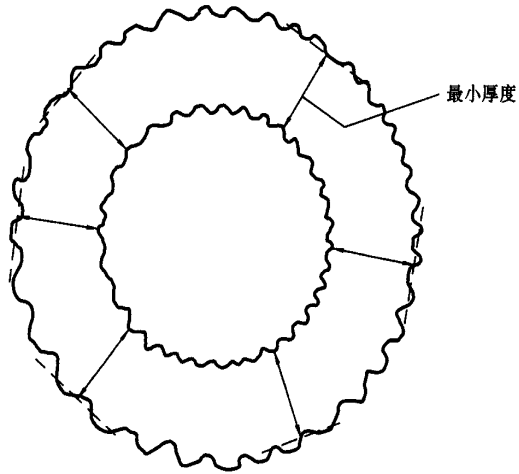


图 5 绝缘厚度测量(不规整外表面)

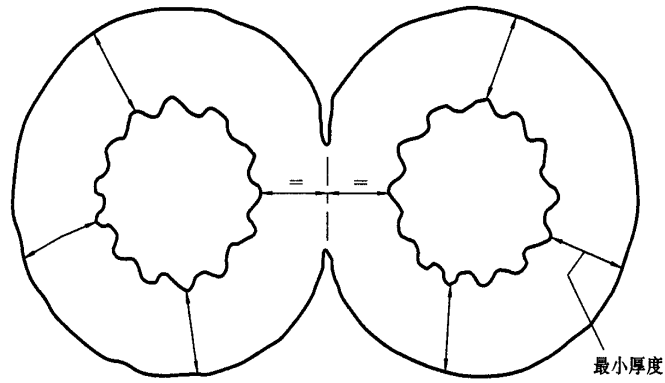


图 6 绝缘厚度测量(扁平双芯无护套软线)

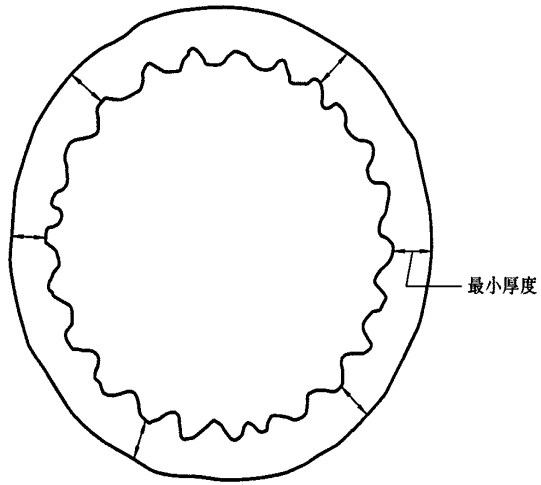


图 7 护套厚度测量(不规整圆形内表面)

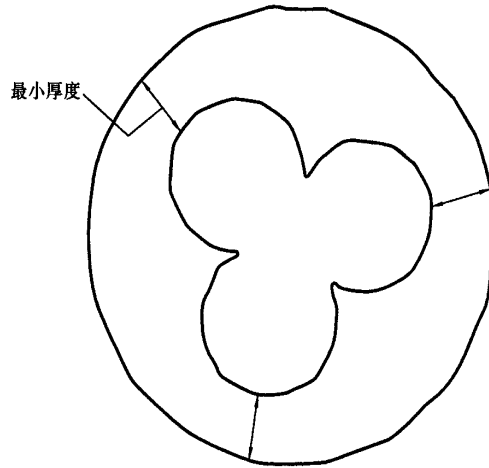


图 8 护套厚度测量(非圆形内表面)

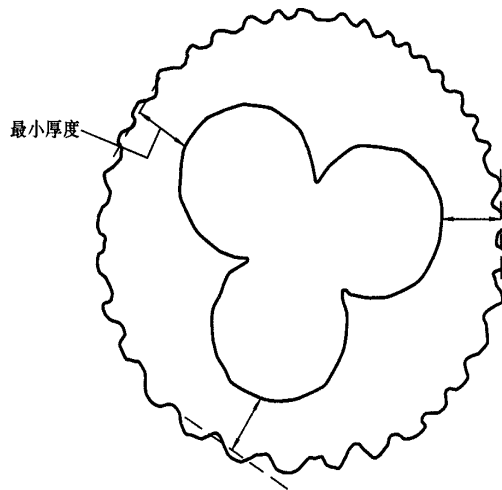


图 9 护套厚度测量(不规整外表面)

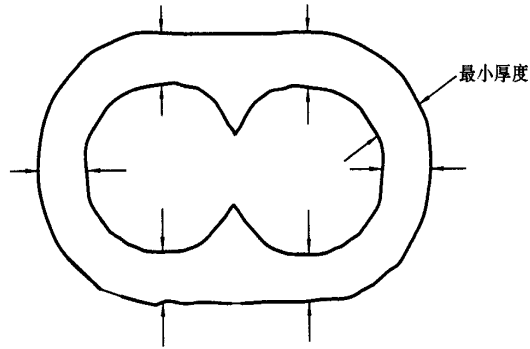


图 10 护套厚度测量(扁平带护套双芯软线)

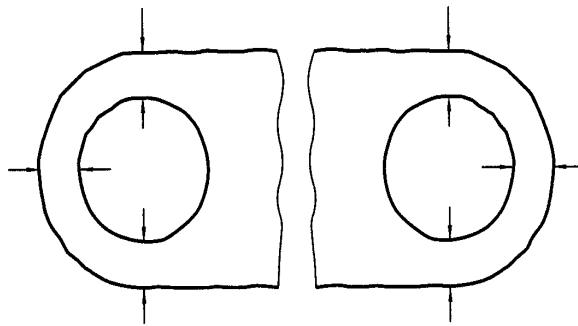
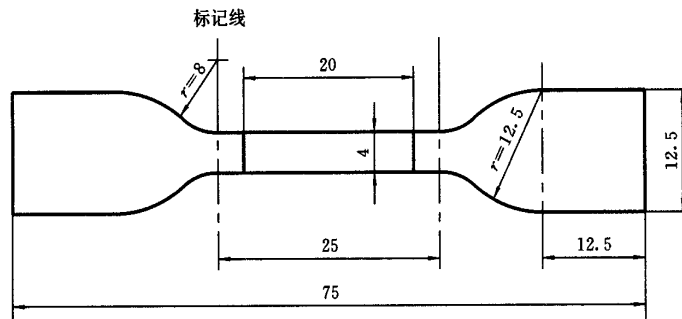
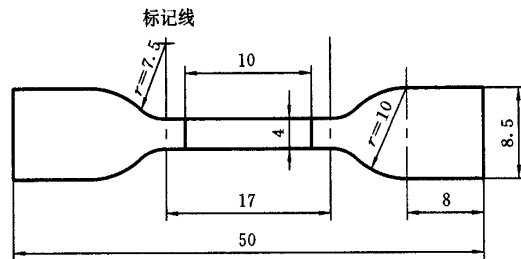


图 11 护套厚度测量(多芯肩电缆)



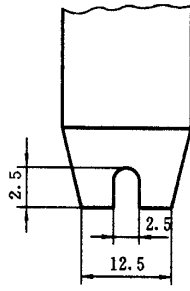
尺寸单位:mm

图 12 哑铃试件



尺寸单位:mm

图 13 小哑铃试件



尺寸单位:mm

图 14 带凹槽的冲头一端

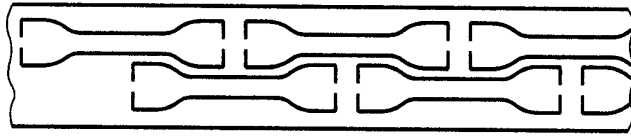


图 15 由带凹槽冲头冲切的试件

附录 A

(提示的附录)

具有代表性的制备试样用设备的操作原理

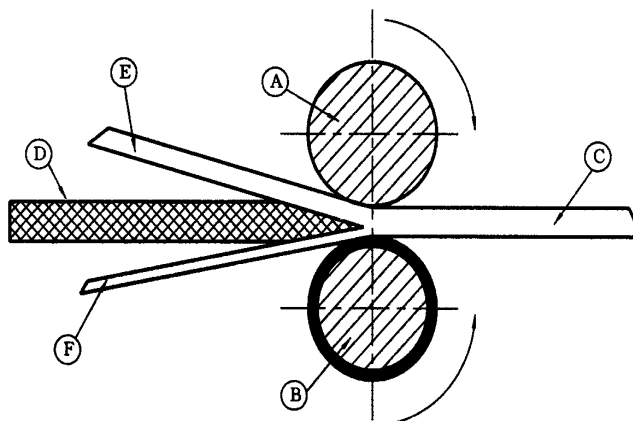


图 A1

两个滚轮均是钢制成,一个局部有凹槽(A),另一个外面有一圈橡胶(B),推动窄条(C)朝一个非常锋利的固定的或移动的刀片(D)(外科手术刀级)移动。

窄条被轴向切成两部分:(E)部分被用来切取试样,(F)部分舍弃。

注:如有必要,(F)部分的厚度可以减小至0.1 mm(为做到这一点,必须考虑所制备的材料的性质和刀片的维护)。如果窄条(C)有撕裂或擦伤的痕迹,可能导致早期断裂,则推荐将(F)部分的两边均切掉。

附录 B

(提示的附录)

本标准与 GB/T 2951—94 标准相对应条文对照表

表 B1

试验方法	GB/T 2951—94 标准	本标准中条文号
总则	GB/T 2951. 1—94	GB/T 2951. 1—1997 的第 2 章~第 7 章
绝缘厚度测量	GB/T 2951. 2—94	GB/T 2951. 1—1997 第 8. 1 条
护套厚度测量	GB/T 2951. 3—94	GB/T 2951. 1—1997 第 8. 2 条
外形尺寸测量	GB/T 2951. 4—94	GB/T 2951. 1—1997 第 8. 3 条
绝缘机械性能	GB/T 2951. 5—94	GB/T 2951. 1—1997 第 9. 1 条
护套机械性能	GB/T 2951. 6—94	GB/T 2951. 1—1997 第 9. 2 条
空气箱热老化试验	GB/T 2951. 7—94	GB/T 2951. 2—1997 第 8. 1 条
空气弹老化试验	GB/T 2951. 8—94	GB/T 2951. 2—1997 第 8. 2 条
氧弹老化试验	GB/T 2951. 9—94	GB/T 2951. 2—1997 第 8. 3 条
密度测定:悬浮法	GB/T 2951. 19—94	GB/T 2951. 3—1997 第 8. 1 条
比重瓶法	GB/T 2951. 20—94	GB/T 2951. 3—1997 第 8. 2 条
吸水试验:电压法	GB/T 2951. 30—94	GB/T 2951. 3—1997 第 9. 1 条
重量法	GB/T 2951. 29—94	GB/T 2951. 3—1997 第 9. 2 条
绝缘收缩试验	GB/T 2951. 33—94	GB/T 2951. 3—1997 第 10 章
PE 护套收缩试验	无	GB/T 2951. 3—1997 第 11 章

表 B1(完)

试验方法	GB/T 2951—94 标准	本标准中条文号
绝缘低温卷绕试验	GB/T 2951.12—94	GB/T 2951.4—1997 第 8.1 条
护套低温卷绕试验	GB/T 2951.12—94	GB/T 2951.4—1997 第 8.2 条
绝缘低温拉伸试验	GB/T 2951.13—94	GB/T 2951.4—1997 第 8.3 条
护套低温拉伸试验	GB/T 2951.13—94	GB/T 2951.4—1997 第 8.4 条
绝缘和护套低温冲击试验	GB/T 2951.14—94	GB/T 2951.4—1997 第 8.5 条
耐臭氧试验	GB/T 2951.35—94	GB/T 2951.5—1997 第 8 章
热延伸试验	GB/T 2951.18—94	GB/T 2951.5—1997 第 9 章
耐矿物油试验	GB/T 2951.15—94	GB/T 2951.5—1997 第 10 章
绝缘高温压力试验	GB/T 2951.16—94	GB/T 2951.6—1997 第 8.1 条
护套高温压力试验	GB/T 2951.17—94	GB/T 2951.6—1997 第 8.2 条
绝缘抗开裂试验	GB/T 2951.31—94	GB/T 2951.6—1997 第 9.1 条
护套抗开裂试验	GB/T 2951.32—94	GB/T 2951.6—1997 第 9.2 条
绝缘失重试验	GB/T 2951.10—94	GB/T 2951.7—1997 第 8.1 条
护套失重试验	GB/T 2951.11—94	GB/T 2951.7—1997 第 8.2 条
绝缘和护套热稳定试验	GB/T 2951.40—94	GB/T 2951.7—1997 第 9 章
耐环境应力开裂试验	GB/T 2951.39—94	GB/T 2951.8—1997 第 8 条
空气热老化后卷绕试验	GB/T 2951.42—94	GB/T 2951.8—1997 第 9 章
熔体指数测定	GB/T 2951.41—94	GB/T 2951.8—1997 第 10 章
预处理后断裂伸长率试验	无	GB/T 2951.9—1997 第 8 章
预处理后卷绕试验	无	GB/T 2951.9—1997 第 9 章
空气热老化卷绕试验	GB/T 2951.42—94	GB/T 2951.9—1997 第 10 章
绝缘增量测定	无	GB/T 2951.9—1997 第 11 章
长期热稳定试验	无	GB/T 2951.9—1997 附录 A
铜催化氧化降解试验	无	GB/T 2951.9—1997 附录 B
滴点测定	无	GB/T 2951.10—1997 第 4 章
油分离试验	无	GB/T 2951.10—1997 第 5 章
低温脆性试验	无	GB/T 2951.10—1997 第 6 章
总酸值测定	无	GB/T 2951.10—1997 第 7 章
腐蚀性试验	无	GB/T 2951.10—1997 第 8 章
23℃介电常数	无	GB/T 2951.10—1997 第 9 章
23℃和 100℃直流电阻率	无	GB/T 2951.10—1997 第 10 章

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2节:热老化试验方法

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables

Part 1: Methods for general application

Section two: Thermal ageing methods

GB/T 2951.2—1997
idt IEC 811-1-2:1985
No. 1 (1989) 第1次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.7~2951.9—94

1 范围

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

GB/T 2951.2 规定了热老化试验方法。适用于电线、电缆最常用的绝缘和护套材料(弹性体、聚氯乙烯聚乙烯、聚丙烯等)。

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、电线和软线的最常见类型的绝缘和护套材料。

4 型式试验和其他试验

本标准规定的试验方法首先是作为型式试验用的。某些试验项目的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 方可进行试验。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

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,当有效数据的个数是奇数时,则中间值为正

中间一个数值,若为偶数时,则中间值为中间两个数值的平均值。

8 热老化方法

8.1 空气烘箱老化

8.1.1 概述

空气烘箱老化处理可以按有关电缆产品标准中的要求进行:

- a) 对制备好的绝缘和护套材料试件(见 8.1.3.1 条);
- b) 对制备好的绝缘线芯试件(导体和绝缘)(见 8.1.3.2 条,如有必要也应参见后面的条文);
- c) 对成品电缆试样(参见 8.1.4 条);
- d) 对失重试验(参见 GB/T 2951.7—1997 第 8 章)。

老化试验 a) 和失重试验 d) 可结合起来在同一试件上进行。

8.1.2 试验设备

自然通风烘箱和压力通风烘箱。空气进入烘箱的方式应使空气流过试件表面,然后从烘箱顶部附近排出。在规定的老化温度下,烘箱内全部空气更换次数每小时应不少于 8 次,也不多于 20 次。

测量通过烘箱的空气流量有两种方法,参见 8.4 条。

烘箱内不应使用鼓风机。

8.1.3 试件制备

8.1.3.1 不带导体的绝缘材料试件和护套材料试件的老化

老化应在环境空气组分和压力的大气中进行。

按 GB/T 2951.1—1997 第 9 章规定准备的试件应垂直悬挂在烘箱的中部,每一试件与其他任何试件之间的间距至少为 20 mm。

若试件中的任何一个要用于失重试验,则这些试样所占烘箱的容积应不大于 0.5%。

试件在烘箱中的温度和时间按有关电缆产品标准的规定。

组分实质上不同的材料不应同时进行试验。

老化试验结束后,应从烘箱中取出试件,并在环境温度下放置至少 16 h,避免阳光直接照射。然后按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 和 9.1.7 条对绝缘和护套进行拉力试验。

8.1.3.2 带导体的绝缘线芯试件的老化

a) 如果老化后导体和隔离层(如有的话)能从绝缘上取下而不损伤绝缘,则试验步骤规定如下:

将绝缘线芯试样切成样段,其长度应足够,尽可能在紧靠老化前拉力试验用试样处取样(参见 GB/T 2951.1)。将这些样段按 8.1.3.1 条的规定进行老化,老化后按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.3 条制备 5 个试件,其截面积按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.4 条测定,然后按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 和 9.1.7 条进行拉力试验。

b) 如果老化后在不损伤绝缘的条件下导体和隔离层(如有的话)不能从绝缘上剥离,则应采用表 1 规定的适当的试件制备方法及试验方法。

注:目前这些试验方法只适用于低压电缆(即不带导体屏蔽的电缆)中 90°C EPR 或 90°C XLPE 绝缘线芯。

8.1.3.3 带缩小直径的实心无镀层导体的管状试件的老化

按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.3b) 制备 5 个试件后,在管状试件中重新插入一根直径比原导体小 10% 的无镀层实心导体,该导体可以通过拉伸原导体的方式获得或者直接用一根小直径导体。

将这些试件按 8.1.3.1 条规定进行老化,老化后将导体从管状试件中抽出。管状试件的截面积按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.4 条进行测定,然后按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 条和 9.1.7 条进行拉力试验。

8.1.3.4 绝缘线芯试样的老化和卷绕试验

a) 取样和试样制备

从每一被试绝缘线芯上取两个适当长度的试样,试样尽可能靠近老化前拉力试验用试样处截取(参见 GB/T 2951.1)。

b) 老化步骤

试样应大致悬挂在烘箱的中部,使每个试样与相邻试样之间的间距至少为 20 mm,试样两端应撑住,并且其绝缘不应与其他物体接触。试样所占烘箱的容积应不大于 2%,并按有关电缆产品标准规定的温度和时间在烘箱中进行老化。

表 1

铜导体的类别和导体的形式	由于老化后导体上绝缘或隔离层粘结使得制备试样有困难,低压电缆的 90℃ 乙丙橡皮或 90℃ 交联聚乙烯绝缘线芯老化试验方法综述
第 1 类:无镀层铜导体	参见 8.1.3.3 条,如果这种方法也产生了粘结问题,则参见 8.1.3.4 条。在有争议的情况下,应在老化后接着进行卷绕试验
第 1 类:金属镀层导体	参见 8.1.3.4 条
第 1 类:导体外有隔离层	参见 8.1.3.4 条
第 2 类:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成的 16 mm ² 及以下圆形导体,包括外有隔离层的圆形导体	参见 8.1.3.4 条
第 2 类:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成的 16 mm ² 以上圆形或成型导体	参见 8.1.3.5 条

注:在卷绕试验时(参见 8.1.3.4 条),老化条件可以与测定拉伸性能要求的老化条件不一样(参见 8.1.3.2、8.1.3.3、8.1.3.5 条);应参见有关电缆产品标准。

c) 卷绕试验

老化试验结束后即从烘箱中取出试样,并置于环境温度下至少 16 h,避免日光直接照射。

然后在环境温度下将每个试样大约以 1 圈/5 s 的速度均匀地卷绕在试棒上,形成紧密螺旋圈。

卷绕试验可在 GB/T 2951.4—1997 的 8.1.3 条所述的装置上进行。

试棒直径应是绝缘线芯直径的 f 倍, f 值及卷绕圈数见表 2。

表 2

导体截面积, mm ²	系数 f	圈数
2.5 及以下	1±0.1	7
4 和 6	2±0.1	6
10 和 16	4±0.1	5

d) 要求

卷绕试验结束后,对仍保持在试棒上的试样进行检验。用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查时,两个绝缘试样均应无任何裂纹。试棒上的第一圈和最后一圈试样上的任何裂纹不作考核。

8.1.3.5 特殊方法制备的绝缘线芯试样的老化

a) 取样和试样制备

从每一被试绝缘线芯上取 3 个约 200 mm 长的试样,试样尽可能在靠近老化前拉力试验用试样处截取(参见 GB/T 2951.1)。

扇形导体绝缘线芯试样试验时,应沿导体轴线在扇形背部的绝缘上切取宽度不小于 10 mm 的窄条,并将它与导体分开,接着将窄条绝缘重新安放在原来的位置,并在试样的中间和离端部约 20 mm 处用合适的金属线绑扎,使窄条又重新与导体保持良好接触,如图 1 所示。

圆形导体的绝缘线芯试样试验时应采用类似的方法,对较小尺寸(如导体截面积 25 mm²)的绝缘线芯可沿导体轴线将绝缘对半切开。

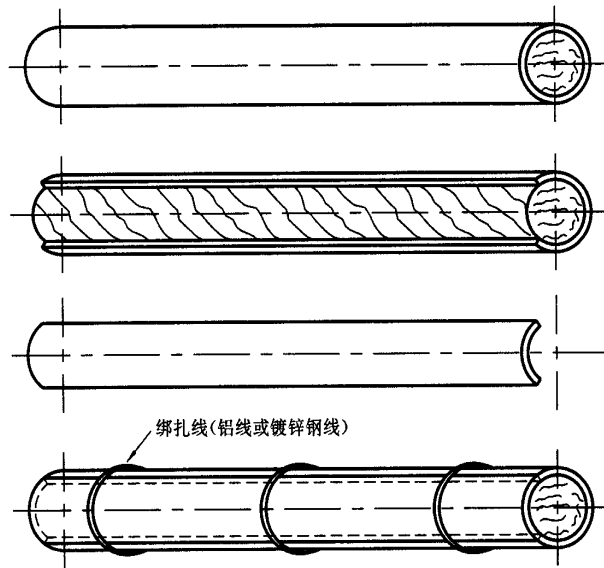


图 1

b) 老化步骤

用特殊方法制备的试样应悬挂在烘箱中部,使得每个试样与其他任何试样之间的间距至少为 20 mm,并且不应与任何其他物体接触,金属绑扎线除外,试样所占烘箱的容积应不大于 2%,老化温度和时间按有关电缆产品标准的规定。

老化试验结束后即从烘箱中取出试样,并置于环境温度下至少 16 h,避免阳光直接照射,然后剥开试样。按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.3 条在每个试样上制备两个哑铃试件。如下图所示,试件的截面积按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.4 条规定测量。如图 2 所示。

然后按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 和 9.1.7 条进行拉力试验。

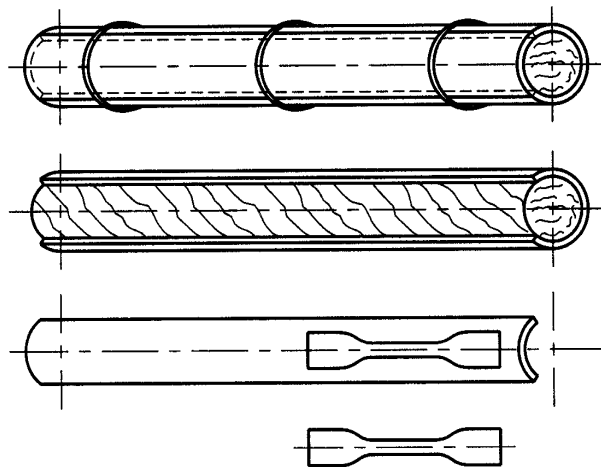


图 2

8.1.4 成品电缆试样制备

从成品电缆上取三段各约 200 mm 长样段,尽可能在靠近老化前拉力试验(参见 GB/T 2951.1)用试样处截取。

样段应垂直悬挂在烘箱中部,与其他样段之间间距至少为 20 mm,且样段所占烘箱的容积应不大于 2%。老化温度和时间按有关电缆产品标准的规定。

老化结束后即从烘箱中取出样段,并置于环境温度下至少 16 h,避免阳光直接照射,然后剥开三个样段,按 GB/T 2951.1—1997 第 9 章规定从每一绝缘线芯(最多三芯)的绝缘上以及每段电缆的护套上

各切取两个试件,这样从每一线芯和护套上可制取6个试件。

若试件需削平或磨平至厚度不大于2 mm时,则应尽可能不在成品电缆中间不同类型材料接触的这边磨平或削平。如果必须在面向不同材料这边削去凸脊或磨平,则该边所除去材料应尽可能少,以适度平整为限。

截面积测量及预处理完后,全部试件按GB/T 2951.1—1997第9章进行拉力试验。

8.2 空气弹老化

将GB/T 2951.1—1997第9章规定的试件置于室温下的空气弹中,试件彼此之间不接触。试件所占空气弹的有效容积应不大于十分之一。

组分实质上不同的材料不应同时进行老化试验。

空气弹应充满无油无潮气的空气,压力为 (0.55 ± 0.02) MPa。

老化温度和时间按有关电缆产品标准规定。

老化结束后,立即在不少于5 min时间内逐渐将压力降至大气压力,应避免试件中形成气孔。

然后从空气弹中取出试样,置于环境温度下至少16 h,避免阳光直接照射。

按GB/T 2951.1—1997第9.1.6和9.1.7条规定进行拉力试验。

8.3 氧弹老化

将GB/T 2951.1—1997第9章规定的试件置于室温下的氧弹中,试件彼此之间不接触。试件所占氧弹的有效容积应不大于十分之一。

组分实质上不同的材料不应同时进行试验。

氧弹应充满纯度不低于97%的工业氧气,压力为 (2.1 ± 0.07) MPa。

老化温度和时间按有关电缆产品标准的规定。

老化结束后,立即在不少于5 min时间内逐渐将压力降至大气压力,应避免试件中形成气孔。

然后从氧弹中取出试样,置于环境温度下至少16 h,避免阳光直接照射。

按GB/T 2951.1—1997第9.1.6和9.1.7条进行拉力试验。

8.4 测量烘箱内空气流量的方法

8.4.1 方法1——间接或功率损耗方法

a) 在本方法中,开着气门的烘箱保持在规定的试验温度下所需的功率与关着气门的烘箱保持在同一温度下所需的功率之差值,被用来测定流过烘箱的空气流量。将开着气门的烘箱的温度保持在规定的老化温度下所需的平均功率(P_1 瓦特),应在30 min或更长时间内测定。然后把通气口(必要时把温度计插孔)关闭,并在相同时间内测定烘箱保持在同一温度下所需的平均功率(P_2 瓦特)。

烘箱温度与环境温度之差对两组试验应相同是十分重要的,差别应小于 0.2°C 。环境温度应在离烘箱约2 m处,与烘箱的底部近似水平位置,且离任何物体至少0.6 m处测定。

b) 开着气门时流过烘箱的空气总量由下式计算:

$$m = \frac{P_1 - P_2}{C_p(t_2 - t_1)}$$

$$V = \frac{3600m}{d}$$

式中: C_p ——常压下空气的比热(1.003 J/g);

t_1 ——室温, $^\circ\text{C}$;

t_2 ——烘箱温度, $^\circ\text{C}$;

$P_1 - P_2$ ——功率损耗差,按上述规定;

m ——空气质量, g/s ;

V ——空气体积, L/h ;

d ——试验时实验室内空气的密度, g/L 。

注:20℃和760 mmHg时空气密度为1.205 g/L。

$$\text{因此: } V = \frac{3\,600(P_1 - P_2)}{1.003 d(t_2 - t_1)} \text{ 或 } V = \frac{3\,590(P_1 - P_2)}{d(t_2 - t_1)}$$

此公式假定,当气门关闭时,没有空气通过烘箱。因此,烘箱应无漏气。烘箱门的接缝应以胶粘带密封,所有的孔(包括进气口)应有效地密封。

c) 如果用瓦特表测量功率损耗,则当烘箱加热器在“开”状态时,用秒表测定总时间(s),并且在每一次“开”状态期间都要记录一次瓦特表读数。

瓦特表读数平均值乘以秒表指示的总时间,再除以试验持续时间(s),作为保持恒定温度所需的功率(W)。

d) 若使用瓦特-小时或千瓦-小时表,则该表记录的总能量损耗的读数应除以试验持续时间,以小时的分数计。若使用家用千瓦-小时表,会因刻度单位太大不能在短时间内读出足够精确的数据,因此应采用表内的转盘作为功率损耗指示器。该表应一直运行,直到圆盘上的指示记号转到窗口中心的另一边,然后切断电源直至试验开始。

为了减少可能产生的误差,试验周期应长一些,使用圆盘约转100转。试验最好在圆盘标记可见时结束,若试验结束时还看不见标记,则应加上一估计圈数的分数值。试验的开始和结束应在加热周期“开-关”(例如加热器由恒温器接通的瞬间)的对应点上。

8.4.2 方法2——直接和连续测量方法

装置说明

从高压空气源开始,即从空气管道系统或空气瓶开始。

a) 空气压力调节器

一种把气压从供气源的高气压降到供烘箱所需的很低气压的装置。

它具有保证恒压输出的调节阀。

b) 流量计

用来测量空气流速的仪表,见图3,它是根据压力表的原理工作的,它有:

1) 校准毛细管。校准内径约2 mm,校准长度约70 mm,图4为一种典型校准曲线,可控制空气流速500 L/h或600 L/h及以下。

2) 双刻度压差计。压差范围在0至±300 mm水柱之间,压差计的液体是蒸馏水。

c) 空气烘箱

一台在完全密封下运行的空气烘箱,密封还包括进气管四周,进气管最好由底部进入烘箱,出气孔应在烘箱顶部,只有此孔是开着的。

注:下列两点能提高本方法和设备的可靠性:

a) 上述流量计可认为是完全可靠,易于生产和校准,也适合于上述所说的空气流速范围。

b) 试验证明,采取轻微的“强迫”通风,实际上不会改变烘箱内各点温度的均匀性。

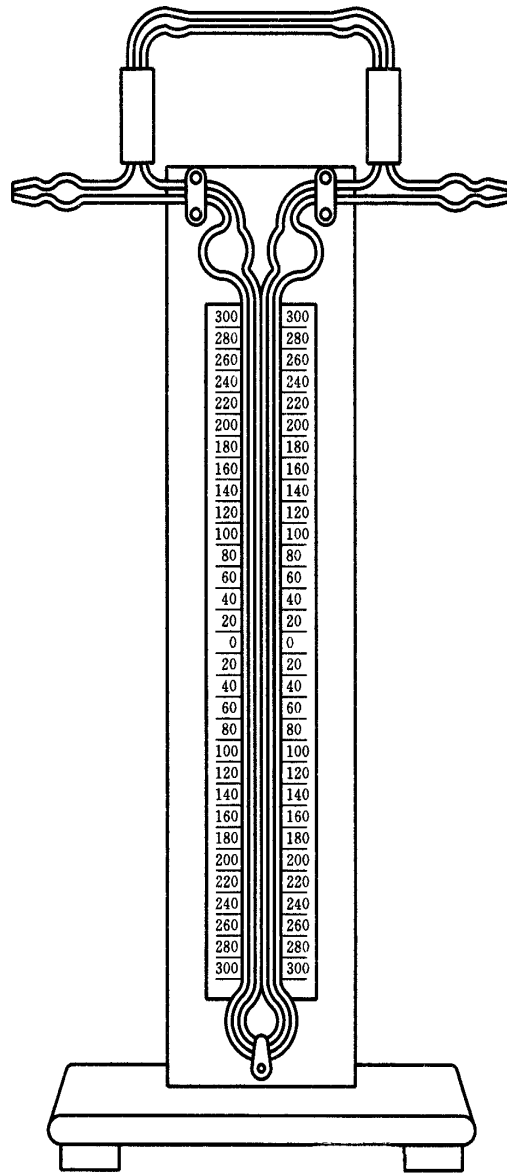


图 3 方法 2 中控制烘箱空气流量用的流量计

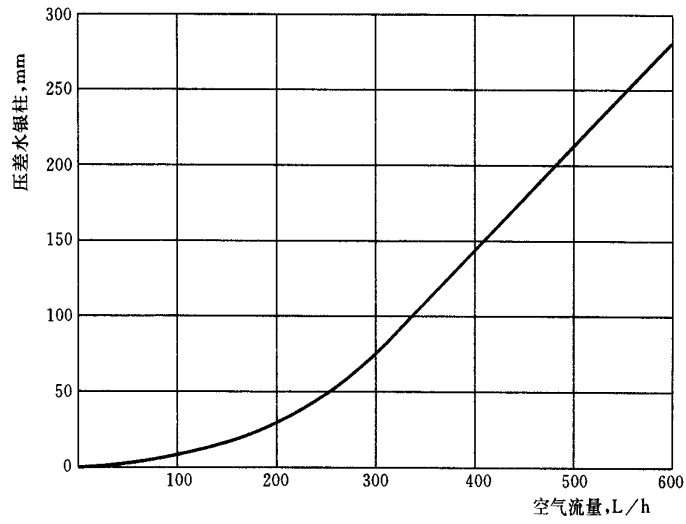


图 4 方法 2 中控制空气流量用流量计的毛细管的校正曲线(毛细管 $d=2$ mm, $l=70$ mm)



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3节:密度测定方法——吸水试验

——收缩试验

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 1: Methods for general application
Section three: Methods for determining the density
—Water absorption tests—Shrinkage test

GB/T 2951.3—1997
idt IEC 811-1-3:1993

代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.5—94
GB/T 2951.19~2951.20—94
GB/T 2951.29~2951.30—94
GB/T 2951.33—94

1 范围

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

GB/T 2951.3 规定了密度测定方法、吸水试验方法和收缩试验方法。适用于电线、电缆最常用的绝缘和护套材料(弹性体、聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯等)

1.1 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版文均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ISO 1183:1987, 塑料-非泡沫塑料的密度及相对密度测定方法

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

本标准规定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 方可进行试验。

如果试验是在环境温度下进行,试样应在 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 温度下存放至少3 h。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

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,则中间值为正中的一个数值;若为偶数时,则中间值为中间两个数值的平均值。

8 密度测定方法

8.1 悬浮法(通用方法)

8.1.1 试验器材

- 1) 密度小于 1 g/mL 的分析级乙醇(酒精)或其他合适的试液;
- 2) 密度大于等于 1 g/mL 的氯化锌溶液;
- 3) 蒸馏水;
- 4) 混合量筒;
- 5) 恒温器;
- 6) 在 23°C 校正过的比重计;
- 7) 0.1°C 刻度的温度计。

8.1.2 试验步骤

8.1.2.1 沿着与导体轴线垂直的方向,在被试绝缘或护套上切取试样,并切成边长为 $1\sim 2\text{ mm}$ 的小块,将试样放入试液中使其呈悬浮状来测定其密度。试液与被试材料不应发生化学反应。

合适的试液如下:

- 密度小于 1 g/mL 的乙醇和水的混合物;
- 密度大于或等于 1 g/mL 的氯化锌和水的混合物。

8.1.2.2 在 $(23\pm 0.1)^{\circ}\text{C}$ 温度下,将3块试样放入试液中,避免形成气泡,然后将蒸馏水加到试液中,直到试样悬浮在试液中。试液混合物应均匀并在规定温度下保存。

混合试液的密度应用比重计测定,读数到小数点后三位,测得的密度即是被测试样的密度。

注:ISO 1183规定的比重法也可以采用。

8.2 比重瓶法(基准方法)

8.2.1 试验设备

本方法使用的试验设备包括:

- 精度为 0.1 mg 的天平;
- 容量为 50 mL 的比重瓶;
- 带恒温控制的液浴。

8.2.2 试样

从绝缘和护套上切取试样,试样重量应不小于 1 g ,不大于 5 g 。然后将绝缘和护套试样切成几小块;管状绝缘和护套试样应纵向切成两部分或几部分以免产生气泡。

8.2.3 预处理

试样应保存在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 温度下。

8.2.4 试验步骤

首先将空的干燥的比重瓶称重,然后在比重瓶中将适量的试样称重。再往比重瓶中注入试液(96%的酒精)将试样浸没,并设法清除试样表面的气泡,例如将比重瓶放在真空干燥器内抽真空。破坏真空状

态后在比重瓶中注入试液,试液温度应在液浴中达到 $(23 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,将比重瓶注满试液至极限容积。擦干比重瓶,连同瓶内装入物一起称重。然后倒空比重瓶再注满试液,抽去空气,在 $(23 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 温度下称量比重瓶及其装入物的质量。

8.2.5 计算

绝缘和护套的密度按下式计算:

$$23^\circ\text{C 时的密度} = \frac{m}{m_1 - m_2} \times d$$

式中: m ——试样质量,g;

m_1 ——注满比重瓶所需的试液质量,g;

m_2 ——装有试样时,注满比重瓶所需的试液质量,g;

d —— 23°C 时酒精含量为96%的试液的密度, 23°C 时 $d=0.7988\text{ g/mL}$ 。

8.3 对含填充物的聚乙烯(PE)的修正

防老剂和有机着色剂一般使用量很小,可以忽略不计。但是当其他添加剂如矿物质填料大量使用时,则应进行修正。用规范的化学方法测定添加剂的性能和数量并按下式进行修正:

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_i}{m_c \times \delta_i - m_i \times \delta_c}$$

式中: δ ——PE的密度(修正值), g/cm^3 ;

δ_c ——PE料的测量密度, g/cm^3 ;

δ_i ——添加剂或填充料的密度(测量值), g/cm^3 ;

m ——PE料的质量(m_c 与 m_i 之差),g;

m_c ——PE料的质量(测量值),g;

m_i ——填充料的质量(测量值),g。

含炭黑的材料应用下述简化公式进行修正:

$$\delta = \delta_c - 0.045 \times C_B$$

式中: C_B ——炭黑的百分比值。

9 吸水试验

9.1 电气试验方法

9.1.1 试验设备

- 1) 交流或直流电压源;
- 2) 电压表;
- 3) 带加热装置的水槽。

9.1.2 试样制备

从电缆试样上切取约3m长的被试绝缘线芯。取出绝缘线芯时应小心避免损伤绝缘。

9.1.3 试验步骤

a) 预试验

将绝缘线芯浸入水槽中,水槽中的水加热到有关电缆产品标准规定的温度。

绝缘线芯两端应伸出水面足够长,以防止在导体和水之间施加规定电压时,因绝缘线芯表面的泄漏电流而损坏。

绝缘线芯浸在水中1h后,在导体和水之间施加交流电压4kV,保持5min。如果任一绝缘线芯试样被击穿,从水槽中取出试样,并不得用于下面b)项规定的主试验。但应在同一绝缘线芯的另一试样上进行同样的预试验,重复试验次数不得超过两次。

预试验的目的是为了保证只有未损伤的绝缘线芯用于主试验。

b) 主项试验

预试验合格的线芯仍留在水槽中,水温保持在有关电缆产品标准规定的温度。

在导体和水之间施加表1规定的直流电压,加压时间按有关电缆产品标准的规定。负极接到每一试样的导体上。

表1

规定的绝缘厚度平均值,mm	直流电压,V
0.8和0.9	800
1.0和1.2	1 000
$1.2 < t \leq 1.6$	1 400
$1.6 < t \leq 2.0$	2 000
$2.0 < t$	2 500

9.1.4 试验结果的评定

试样应不击穿。

9.2 重量吸水试验

9.2.1 试样制备

a) 额定电压0.6/1 kV及以下,导体标称截面积小于或等于 25 mm^2 的电缆:

每个试样应为约300 mm长的一段绝缘线芯。

b) 所有其他电缆;

绝缘应磨成或削成0.6~0.9 mm厚的薄片,表面光滑并基本上平行。

从薄片上冲切80~100 mm长,4~5 mm宽的试样。

c) 从每个被试绝缘线芯上制备两个试样。

9.2.2 试验步骤

a) 9.2.1a)规定的试样。

用浸湿的滤纸将试样表面擦干净。

将试样在 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下干燥至恒重,也可将试样放在温度为 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$,压力不超过6.6 mbar的低压力烘箱内保持24 h,在干燥器里冷却试样。

称重试样 M_1 ,以mg为单位,精确到0.1 mg。

将试样在直径为6~8倍试样直径的试棒上弯成U形,并将其两端穿过玻璃容器的盖子上的孔,玻璃容器里只应放同一绝缘线芯的两个试样。

往玻璃容器中注满水至盖子边缘处后,调整试样位置使其约250 mm长的一段浸在水中。

使用预先煮沸过的蒸馏水。

试样置于水中的温度和时间按有关产品标准的规定。如果未规定时间,则对于绝缘厚度为1.0 mm及以下的试样,持续时间为两周;绝缘厚度为1.1~1.5 mm的试样,持续时间为三周;绝缘厚度为1.5 mm以上的试样,持续时间为四周。如果未规定温度,则应为导体最大温度减去 5°C ,但不超过 90°C 。水平面应保持在玻璃容器盖子的内表面。

等水冷却到环境温度后取出试样,甩去附在试样上的水滴,用滤纸轻轻揩干并在试样从水中取出2~3 min内完成称重 H_2 ,以mg为单位。

最后干燥试样,条件同浸水之前的干燥条件,即如上所述的第1次称重前使用的两种方法中的任一种。称重最后质量 M_3 ,以mg为单位。

b) 9.2.1b)规定的试样

表面完全擦干净的试样在温度为 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的真空(残压近1 mbar)状态下加热72 h,组分本质上不同的材料不能同时在一个容器或烘箱中加热。

经上述处理后,试样应放在干燥器中冷却1 h,然后称重(质量 M_1),精确到0.1 mg。

然后将试样浸在去离子水(或蒸馏水)中,时间和温度按有关电缆产品标准的规定。如果未规定温度,则温度为导体最大温度减去 5℃,但不大于 90℃。每一试样应浸在带冷凝器的分隔玻璃管中或带玻璃盖的烧杯中。

如使用冷凝器,其上半部分应用铝箔盖住以免污染。

按有关电缆产品标准规定的时间浸水以后,或如果产品标准未规定浸水时间,则浸水 14 天以后,试样应转移到室温下的去离子水(或蒸馏水)中并在此冷却。然后从水中取出每一试样,甩去任何附着的水滴,用专门滤纸吸干而不留纤维,称重试样(质量 M_2),精确到 0.1 mg。最后在与浸水之前相同的条件下处理试样,称重最后质量 M_3 ,以 mg 为单位。

9.2.3 试验结果表示方法

a) 吸水量按下列公式计算单位为 mg/cm^2 。

1) 如果最后重量 M_3 小于 M_1 :

$$(M_2 - M_3)/A$$

2) 如果最后重量 M_3 大于 M_1 :

$$(M_2 - M_1)/A$$

式中,对于 9.2.1a)规定的试样, A 是试样 250 mm 长浸水部分的表面积,以 cm^2 为单位;对于 9.2.1b)规定的试样, A 是浸水试样的总表面积。

b) 试验结果取 2 个试样的平均值作为绝缘线芯的吸水量。

10 绝缘收缩试验

10.1 取样

在每个被试绝缘线芯上距离电缆端头至少 0.5 m 处切取约 1.5 Lmm 长的试样一根。

L 应是有关电缆产品标准规定的长度。

10.2 试样制备

除粘附的挤包半导电屏蔽层(如有的话)之外,应及时从绝缘线芯试样上除去所有护层。

截取试样后 5 min 之内,在每一绝缘线芯试样的中部标上 $L \pm 5$ mm 的试验长度。测量标记之间的距离,精确至 0.5 mm。然后在每个试样两端距离标记 2~5 mm 处去除绝缘。

10.3 试验步骤

应将试样导体的裸露端头水平支架在空气烘箱中,或平放在滑石粉槽的表面,使得绝缘能自由伸缩。按有关电缆产品标准规定的温度和时间加热试样。

然后在空气中冷却试样至室温,重新测量每个试样的标记之间的距离,精确至 0.5 mm。

10.4 试验结果表示方法

收缩率是加热前标记之间的距离和加热并冷却后标记之间的距离的差值与加热前标记之间的距离的百分比。

11 PE 护套的收缩试验

11.1 试验设备

自然通风的电加热烘箱。

测量分度为 1 mm 的测量带。

11.2 取样

试验前,被试电缆应在室温下存放至少 24 h。

在距离电缆端头至少 2 m 处切取 (500 ± 5) mm 长的试样一根。

11.3 试样制备

切取试样后立即测量护套的原始长度(L_1)。原始长度取两次测量值的平均值。两次测量应沿电缆纵

向平行于电缆轴线方向,在电缆端部正对面的两标记处进行测量。如果试样是弯曲的,则测量应分别在弯曲试样的内侧和外侧进行。

11.4 试验步骤

试样应水平支架在预热的烘箱里,预热温度及放置时间按有关电缆产品标准规定。

从烘箱中取出试样,在室温下冷却。重复 5 次这样的冷、热循环。最后冷却至室温,按 11.3 条规定测量最后的长度(L_2)。

11.5 试验结果表示方法

收缩率(ΔL)按下式计算:

$$\Delta L = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\%$$

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。

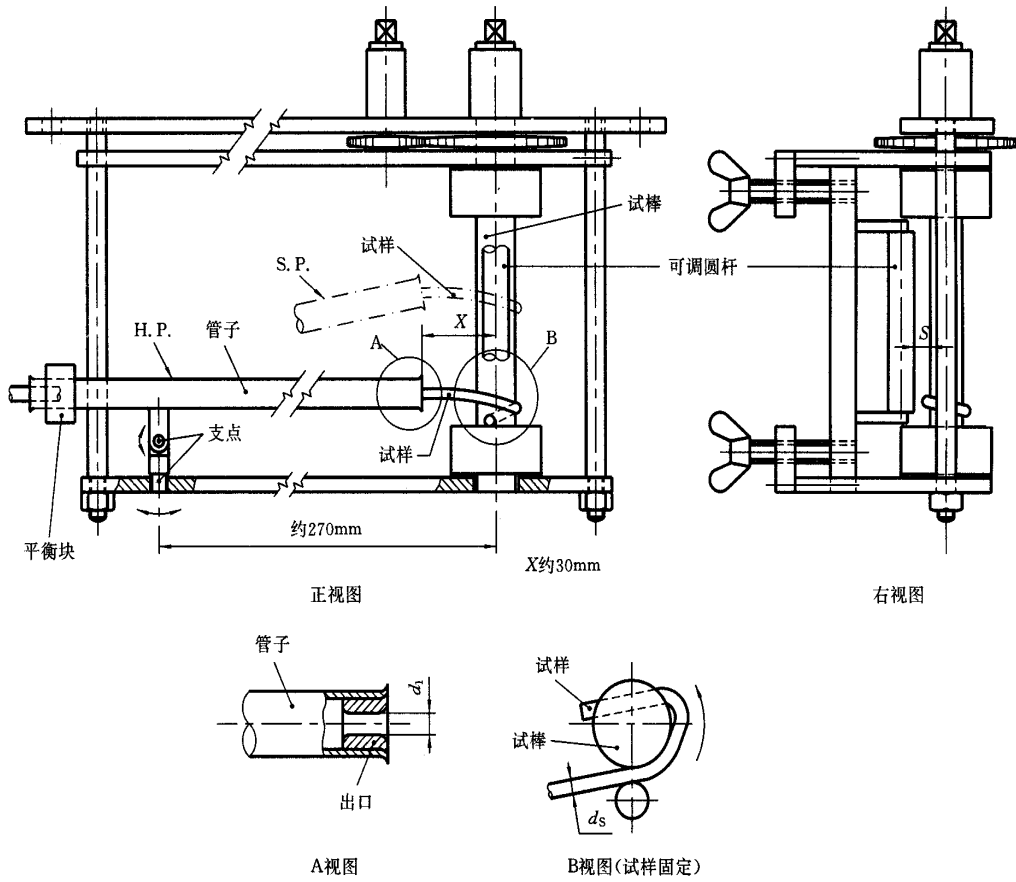
检验电缆或软线护套前,应先使其恢复到接近室温后浸入热水中,然后再沿着电缆轴向将护套切开。

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。

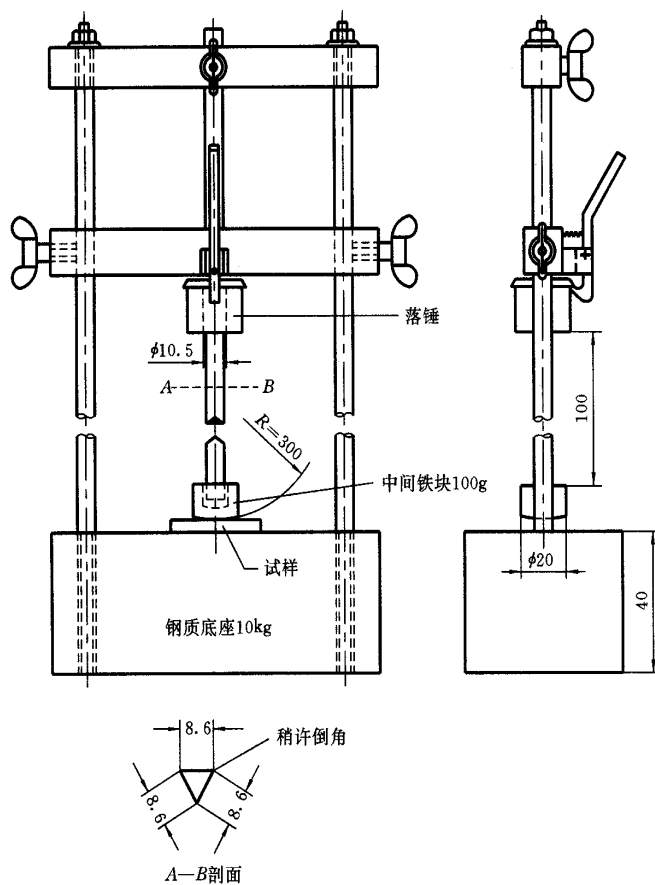
如果三个试样中有一个有裂纹,则应再取三个试样重复进行试验。如果这三个试样均无裂纹,则符合试验要求。如仍有任何一个试样有裂纹,则电缆或护套不符合试验要求。



注：

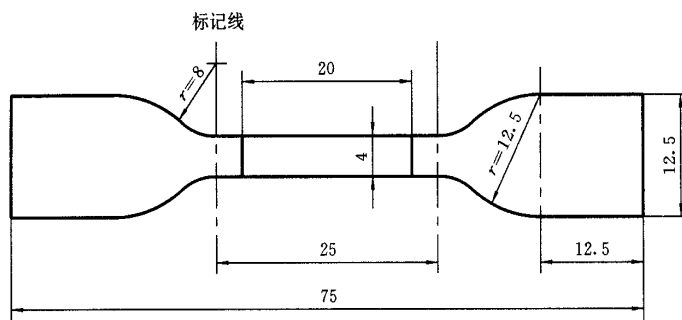
- 1 $d_s < S < 1.5 d_s$
- 2 $d_1 = 1.2 - 1.5 d_s$
- 3 水平位置上(H.P.)试样不应被管子往下压得太过分。
- 4 倾斜位置上(S.P.)，试样不应被管子往上抬得太过分。

图1 低温卷绕设备



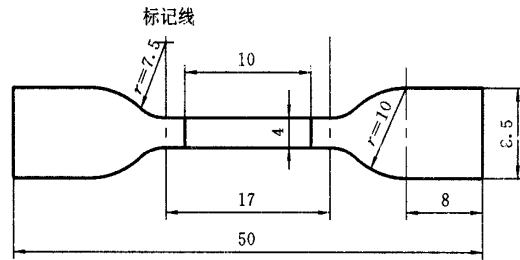
尺寸单位:mm

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

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2部分:弹性体混合料专用试验方法 第1节:耐臭氧试验——热延伸试验 ——浸矿物油试验

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 2: Methods specific to elastomeric compounds
Section one: Ozone resistance test—Hot set test
—Mineral oil immersion test

GB/T 2951.5—1997
idt IEC 811-2-1:1986
No. 1(1992)第1次修正
No. 2(1993)第2次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.15—94
GB/T 2951.18—94
GB/T 2951.35—94

1 范围

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

GB/T 2951.5 规定了耐臭氧试验方法、热延伸试验方法和浸矿物油试验方法。适用于电线、电缆的弹性体混合料。

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,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。

如果试验在环境温度下进行,试样应在(23±5)℃温度下存放至少 3 h。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

国家技术监督局 1997-10-28 批准

1998-10-01 实施

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 1 个数值;若是偶数,则中间值为中间 2 个数值的平均值。

8 耐臭氧试验

警告:注意臭氧的毒性。在任何情况下都应采用预防措施减少操作人员与臭氧的接触。工作室的环境臭氧浓度不得超过 0.1×10^{-6} (每百万份体积空气的臭氧份数),或现有的工业卫生标准规定的指标两者中的较小值。

8.1 试验方法

8.1.1 试验设备

- a) 可控制臭氧量的臭氧发生装置;
- b) 在可控湿度和温度条件下,臭氧通过装有被试试样的试验箱的循环系统;
- c) 测定臭氧浓度百分比的装置。

8.1.2 取样

不论电缆是单芯还是多芯,只需选取 1 根绝缘线芯进行试验,在距离端头不小于 1.5 m 处取足够长度的绝缘线芯,以制备 2 个试样;如线芯外面挤包半导体层,则应切取足够制备 4 个试样的绝缘线芯。

8.1.3 试样制备

从绝缘线芯上除去所有外护层,但不得损伤绝缘。对于护层是硫化前直接包在绝缘上或者粘附在绝缘上的除外。

若绝缘线芯外面有绕包的半导体层,则应除去。

若绝缘线芯外面有挤包的半导体屏蔽,则应除去两个试样的半导体屏蔽,而保留另外两个试样的半导体屏蔽。

8.1.4 试样弯曲

如绝缘线芯上没有挤包的半导体屏蔽,则 1 个试样应沿着其原来的弯曲方向和平面无扭绞地绕在试棒上一整圈,并在端头交叉处用绳子或带子扎牢;第二个试样应同样沿着其原来的弯曲平面弯曲,但方向相反。

如绝缘线芯上有挤包的半导体屏蔽,则除去半导体层的试样和保留半导体层的试样应如上所说分别在两个方向上弯曲。

应在室温或 20℃ 取其中较高温度下弯曲试样。应采用黄铜、铝或经适当处理的木制试棒,其直径按如下规定:

绝缘线芯外径 d , mm	试棒直径 (绝缘线芯外径的倍数)
$d \leq 12.5$	4
$12.5 < d \leq 20$	5
$20 < d \leq 30$	6
$30 < d \leq 45$	8
$45 < d$	10

若试样太硬以致两端头不能交叉,则试样应在规定直径的试棒上弯曲至少 180° 并扎牢。

8.1.5 试样处理

每个试样的表面均应用一块干净的布擦掉灰尘或潮气。试验前,在试棒上弯曲的试样应在环境温度的空气中放置 30~45 min,而不需要进一步的处理。

8.1.6 暴露在臭氧中

经处理的试样应置于一个带旋塞的试验箱内,温度保持在 $(25\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。试样暴露在干燥的循环空气中,其臭氧浓度及持续时间按有关电缆产品标准的规定。空气流量应控制在 280 L/h 和 560 L/h 之间,箱内空气压力应略高于大气压力。

8.1.7 试验结果的评定

规定的试验时间结束后,从试验箱中取出试样。用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查,试样上距离结扎处最远的 180° 弯曲部分应不开裂。

8.2 臭氧浓度的测定

8.2.1 化学分析法

8.2.1.1 试剂

试剂应是分析纯级的。

整个试验过程均应使用蒸馏水。

a) 淀粉指示液:1 g 可溶淀粉加入 40 mL 冷水中,不断搅拌,并加热到沸腾直到淀粉完全溶解。用冷水稀释至约 200 mL,然后加入 2 g 结晶氯化锌,澄清溶液,倒出上层清液供使用。溶液应每隔二、三天更换一次以便保存及定期使用。

或者也可将 1 g 可溶淀粉溶于 100 mL 沸水中制备新鲜溶液。

不管用哪一种淀粉溶液作指示剂,均应加几滴 10% 的醋酸到溶液中滴定。

b) 标准碘溶液:在称量管中加入 2 g 碘化钾(KI)和 10 mL 水并称重,然后将碘直接加入放在天平盘上的称量管里的溶液中,直到溶液中碘的总重量约为 0.1 g。精确称重含碘溶液,并测定加入的含碘量。将溶液倒入烧杯中,在烧杯上面用蒸馏水清洗称量管,一并将烧杯中的溶液倒入 1 000 mL 量瓶,然后把冲洗烧杯的蒸馏水也倒入量瓶,稀释至 1 000 mL。

注:如保存在暗冷的地方和塞紧的棕色瓶里,该溶液相当稳定。

c) 硫代硫酸钠溶液:将约 0.24 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 置于 1 000 mL 量瓶中,稀释到 1 000 mL 制成浓度和标准碘溶液基本相同的硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液。由于硫代硫酸钠溶液浓度会逐渐减小,在作臭氧试验当天,此溶液对碘溶液应作标准标定。

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的浓度 E 按碘当量计算,并以每毫升溶液的碘量毫克数表示,公式为:

$$E = \frac{FC}{S}$$

式中: F ——碘溶液体积,mL;

C ——碘浓度,mg/mL;

S ——用于滴定的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液体积,mL。

d) 碘化钾溶液:将约 20 g 纯 KI 溶于 2 000 mL 水中。

e) 醋酸:制备 10% 溶液(按体积比)。

8.2.1.2 试验步骤

已测定体积的含臭氧空气应通过试验箱内的 KI 溶液起泡,或者收集已测定体积的含臭氧空气,用合适的方法与 KI 溶液混合。

两种可选择采用的方法:

a) 盛有 100 mL KI 溶液的取样瓶一边接到试验箱的取样旋塞上,一边接到 500 mL 气体量管上。连接取样瓶到试验箱旋塞的玻璃管的位置应大大低于取样瓶中 KI 溶液的液面。打开量管的双通塞止旋塞,接通大气,升高接通量管底部的吸气瓶使水充满量管。然后关闭接通大气的量瓶旋塞,同时打开接通取样瓶塞,此时试验箱的取样旋塞接通取样瓶。然后放低吸气瓶直到水从量管中流光。这时,试验箱里的 500 mL 气体将吹泡通过 KI 溶液。然后关闭两个塞止旋塞,取下取样瓶供滴定。

b) 在容量为 400 mL 的分液漏斗里注满 KI 溶液,并接到试验箱的试验旋塞上。同时打开试验旋塞和分液漏斗底部的旋塞,直到约 200 mL KI 溶液流入放在下面的带刻度的量筒内。迅速关闭试验旋塞和

分液漏斗旋塞,移去并塞住分液漏斗。此时分液漏斗里的气体量应为 400 mL 与量筒内 KI 溶液量的差值。摇晃分液漏斗使气体与 KI 溶液完全发生反应,量筒内的 KI 溶液应用淀粉指示剂测试是否含游离碘,若有则该气体试样作废并重新采样。

不论用哪种方法,与来自试验箱的已知体积的气体发生化学反应的 KI 溶液均要淀粉指示剂与标定过的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液进行滴定。

8.2.1.3 计算

在室温和大气压力下,由于 1 mg 碘相当于 0.1 mL 臭氧(在平均室温和大气压力下本分析方法的精度范围之内),臭氧浓度可按下式计算:

$$\text{臭氧浓度 \% (体积比)} = \frac{10SE}{V}$$

式中: S ——用于滴定的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液量, mL;

E —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的碘当量,即每毫升 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的碘的毫克数;

V ——收集到的气体试样量, mL。

8.2.2 用臭氧计直接测量

作为化学分析法的替代方法,臭氧浓度可以用臭氧计直接测量、臭氧计通过与用化学分析法所得结果进行对比较准。

9 热延伸试验

9.1 取样,试样制备及其截面积的测定

从每一被试样上切取两个绝缘样段和护套样段,按 GB/T 2951.1—1997 第 9 章规定的试验方法制备试样及测量截面积后进行试验。

哑铃试件应在除去所有凸脊和/或半导体层后从绝缘和护套内层制取。

试片厚度应不小于 0.8 mm,不大于 2.0 mm。如果不能制备 0.8 mm 厚的试片,则允许其最小厚度为 0.6 mm。

9.2 试验设备

a) 试验应在如 GB/T 2951.2—1997 第 8.1 条的规定的烘箱中进行。试验温度按有关电缆产品标准中对相关材料的规定。

b) 在烘箱内每一试件应从上夹头悬挂下来,用下夹头夹住,并在下夹头上加重物。

注:用夹头固定管状试件时,不应使试件两端紧密封闭。可用任何适当的方法实现,如在试件一端插入一小段金属针管,其尺寸略小于试件内径。

9.3 试验步骤

a) 试件应悬挂在烘箱中,下夹头加重物。所产生的作用力按有关电缆产品标准对相关材料的规定。

b) 在烘箱内 15 min 后,测量标记线间距离并计算伸长率。如果烘箱没有观察窗而必须把门打开进行测量,则应在打开门后 30 s 内测量完毕。烘箱温度按有关电缆产品标准对相关材料的规定。

如有争议,试验应在带观察窗的烘箱内进行,并且不打开箱门测量。

c) 然后从试件上解除拉力(在下夹头处把试样剪断),并使试件在规定温度下恢复 5 min。然后从烘箱中取出试件,慢慢冷却至室温,再次测量标记线间的距离。

9.4 试验结果的评定

a) 在规定温度下负重 15 min 后,伸长率的中间值应不大于有关电缆产品标准的规定。

b) 试件从烘箱内取出冷却后标记线间距离的增加量的中间值对试件放入烘箱前该距离的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

10 护套浸矿物油试验

10.1 取样和试样制备

按 GB/T 2951.1—1997 第 9.2.2 和 9.2.3 条所述的步骤制备 5 个试件。

10.2 试件截面积的测定

参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.2.4 条的试验方法。

10.3 试验用油

除非另有规定,使用的矿物油应是 ASTM 2 号油。具有下列性能:

- 苯胺点 (93±3)°C
- 100°C时的粘度 (20±1)厘沲¹⁾
- 闪点 (245±6)°C

注:非仲裁试验时允许采用符合 GB 488 规定的 20 号机油。

10.4 试验步骤

试件应浸入预热到规定试验温度的油浴中,并在此温度下保持规定时间。试验温度和时间按有关电缆产品标准规定。

规定时间结束后,从油浴中取出试件,轻轻吸掉多余的油,并将试件悬挂在环境温度的空气中至少 16 h,但不超过 24 h,除非有关电缆产品标准另有规定。这一过程结束后,再从试件上轻轻吸去任何多余的油。

10.5 机械性能的测定

参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.6 和 9.1.7 条试验方法。

10.6 试验结果表示方法

根据浸油前测得的试件截面积计算抗张强度(参见第 10.2 条)。

浸油前后的 5 个试件的机械性能的中间值之差(参见 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.2 条)与浸油前机械性能的中间值的百分比应不大于有关电缆产品标准的规定。

1) 或者(100±5)s(赛波特通用粘度计)。

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3部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法
第1节:高温压力试验—抗开裂试验

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 3: Methods specific to PVC compounds
Section one: Pressure test at high temperature
—Test for resistance to cracking

GB/T 2951.6—1997
idt IEC 811-3-1:1985
No. 1 (1994)第1次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.16~2951.17—94
GB/T 2951.31~2951.32—94

1 范围

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

GB/T 2951.6 规定了高温压力试验方法和抗开裂试验方法。适用于电线、电缆的聚氯乙烯材料的绝缘和护套。

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通用电缆、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

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

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 绝缘和护套的高温压力试验

注:本试验方法不推荐用于厚度小于 0.4 mm 的绝缘和护套。

8.1 绝缘高温压力试验

8.1.1 取样

对每个被试绝缘线芯,从每个长度为 250~500 mm 样段上截取 3 个相邻的试样。试样长度应为 50~100 mm。

无护套的扁平软线的绝缘线芯不应分开。

8.1.2 试样制备

用机械方法除去试样上的所有的护层,包括半导体层(若有的话)。根据电缆的类型,试样可以是圆形或扇形截面。

8.1.3 试样的放置

压痕装置如图 1 所示,由刀口厚度为(0.70±0.01)mm 的矩形刀片组成,刀片可对试样加压。每个试样放置在如图 1 所示的位置上。无护套扁平软线应以扁平边放置。小直径试样在支撑板上的固定方式不应使试样在刀片压力下发生弯曲。扇形试样应放置在如图 1 所示的带扇形凹槽的支撑板上,沿垂直于试样轴线的方向施加压力,刀片也与试样轴线垂直。

8.1.4 计算压力

刀片作用于试样(圆形和扇形绝缘线芯)上的压力 F ,以 N 为单位,应按下式计算:

$$F = k \sqrt{2D\delta - \delta^2}$$

式中: k ——有关电缆产品标准中规定的系数。如没有规定,则应为:

软线和软电缆的绝缘线芯	$k=0.6$
$D \leq 15$ mm 的固定敷设用电缆绝缘线芯	$k=0.6$
$D > 15$ mm 的固定敷设用电缆绝缘线芯及扇形绝缘线芯	$k=0.7$

δ ——绝缘试样厚度的平均值。

D ——试样外径平均值。

δ 和 D 均以 mm 计,到小数点后一位。按 GB/T 2951.1 规定的试验方法,在试样端头切取的薄片上测得。

对于扇形线芯, D 为扇形“背部”或圆弧部分直径的平均值,用测量带在电缆芯上测量三次后取平均值,以 mm 计,到小数点后一位(测量应在缆芯上三个不同地方进行)。

作用于无护套扁平软线试样上的压力应是按上述公式计算所得的值的两倍,其中 D 为 8.1.1 条所述试样短轴尺寸的平均值。

压力 F 的计算值可以向较小值化整,但舍去的值应不超过 3%。

8.1.5 试样加热

试验应在空气烘箱中进行,试验设备和试样放在烘箱中不应振动;或者放在有防振支架的空气烘箱中进行。任何可能引起试样振动的设备诸如鼓风机等,不允许直接与烘箱接触。

烘箱中空气温度应一直保持在有关电缆产品标准规定的温度。

未预热的受压试样在烘箱中放置的时间按有关电缆产品标准规定,如电缆产品标准没有规定,则按如下规定:

——试样外径 $D \leq 15$ mm 时为 4 h;

——试样外径 $D > 15$ mm 时为 6 h。

8.1.6 试样冷却

规定的加热时间结束后(见 8.1.5 条),试样在烘箱中,在压力作用下应迅速冷却,可用冷水喷射压在刀口下的试样来冷却。

绝缘试样冷却至室温并不再继续变形后,从试验装置中取出,然后浸入冷水中进一步冷却。

8.1.7 压痕测量

试样冷却后立即测量压痕深度。

抽出导体留下管状绝缘试样。

沿着试样的轴线方向,垂直于压痕从试样上切取一窄条试片,如图 2 所示。

将窄条试片平放在读数显微镜或测量投影仪下,并将十字线调到压痕底部和试片外侧(如图 2 示)。

外径约 6 mm 及以下的小试样应在压痕处和压痕附近横向切取两个试片(如图 3 所示)。压痕深度应是剖面图 1 和剖面图 2 在显微镜下的测量值之差(如图 3 所示)。

全部测量值均以 mm 计,到小数点后两位。

8.1.8 试验结果的评定

从每个试样上切取的三个试片上测得的压痕中间值,应不大于试样绝缘厚度(按 8.1.4 条测量)平均值的 50%。

注:所定的 50% 这个值与公式的基本原则有关,并且对所有的材料都是一样的。试验严格程度仅随系数 k 的变化而变化,但 50% 这个值不变。

8.2 护套高温压力试验

8.2.1 取样

对每个被试护套,在除去外护层(若有的话)和所有内部组件(线芯,填充物,内护层,铠装等,若有的话)长为 250~500 mm 的样段上截取相邻三个试样。试样长度应为 50~100 mm(直径大的取较大值)。

8.2.2 试样制备

如果护套内没有凸脊,则沿着电缆轴线方向,从每个护套试样上(见 8.2.1 条)切取宽约为圆周长三分之一的窄条。

如果护套内凸脊是由于 5 芯以上的绝缘线芯造成的,则应按同样的方法切取窄条并磨掉凸脊。

如果护套内凸脊是由 5 芯及以下的绝缘线芯造成的,则应沿着凸脊方向截取窄条,窄条上至少含有一个约处于中间部位的凹槽。

如果护套是直接包覆在同心导体,铠装或金属屏蔽上,由此形成的凸脊不可能磨掉或削掉(大直径的除外),则不必取下护套而将整个电缆段作为试样。

8.2.3 试样在试验装置中的位置

压痕装置与 8.1.3 条的规定一样,如图 1 所示。

窄条应用一金属杆或金属管支撑,金属杆或金属管可沿其自身轴线方向对半分,以便更稳定地支撑。

金属管或金属杆的半径约等于试样内径的一半。

试验设备、窄条和支撑杆(管)的放置应使金属杆支撑窄条,刀片对试样外表面加压。

沿着与金属杆或金属管(或当用整段电缆时)与电缆的轴线相垂直的方向施加压力,并且使刀片也与试样的轴线相垂直。

8.2.4 计算压力

除非另有规定,刀片作用于每个护套试样上的压力 F ,以 N 为单位,应按下式计算:

$$F = k \sqrt{2D\delta - \delta^2}$$

式中: k ——有关电缆产品标准中规定的系数,如没有规定,则应为:

软线和软电缆

$k = 0.6$

$D \leq 15$ mm 的固定敷设用电线	$k=0.6$
$D > 15$ mm 的固定敷设用电线	$k=0.7$

δ ——护套试样厚度的平均值。

D ——护套试样外径平均值；对于扁平电缆或软线，为护套试样短轴尺寸的平均值。

δ 和 D 均以 mm 计，到小数点后一位，按 GB/T 2951.1—1997 第 8 章规定的试验方法测量（ D 为切取试样的电缆的直径）。压力 F 的计算值可以向较小值化整，但舍去的值应不超过 3%。

8.2.5 试样加热

试样应按 8.1.5 条规定的方法加热，时间按有关电缆产品标准的规定，若没有规定，则应为：

——试样外径 $D \leq 15$ mm 时为 4 h；

——试样外径 $D > 15$ mm 时为 6 h。

8.2.6 试样冷却

试样应按 8.1.6 条规定的方法进行冷却。

8.2.7 压痕测量

压痕应在从试样上截取的试片上按 8.1.7 条规定的方法进行测量，如图 2 所示。

8.2.8 试验结果的评定

从被试护套试样上切取的三个试片上测得的压痕中间值，应不大于按 8.2.4 条测得的护套试样厚度平均值的 50%。

注：所定的 50% 这个值和公式的基本原则有关，并且对所有的材料都是一样的。试验严格程度仅随系数 k 的变化而变化，但 50% 这个值不变。

8.3 指针式测微计的试验方法

正在考虑中。

9 绝缘和护套抗开裂试验

9.1 绝缘热冲击试验

9.1.1 取样

每个被试绝缘线芯应取两根适当长度的试样，试样取自两处，间隔至少 1 m。

若有外护层的话，应从绝缘上除去。

9.1.2 试样制备

试样应按下列 3 种方法中的 1 种进行制备：

a) 对于外径不超过 12.5 mm 的绝缘线芯，每一试样是一段绝缘线芯。

b) 对于外径超过 12.5 mm，绝缘厚度不超过 5.0 mm 的绝缘线芯和所有的扇形绝缘线芯，每个试样应取成绝缘窄条，其宽度至少是绝缘厚度的 1.5 倍，但不小于 4 mm。

窄条应沿绝缘线芯的轴线方向切取，如果是扇形绝缘线芯，应在绝缘线芯的“背部”切取。

c) 对于外径超过 12.5 mm，绝缘厚度超过 5.0 mm 的绝缘线芯，每个试样应按 b) 规定切取窄条，然后窄条的外表面磨或削（避免过热）到 4.0~5.0 mm 厚，该厚度应在窄条的较厚部分测得。窄条的宽度至少是厚度的 1.5 倍。

9.1.3 试样卷绕

每个试样应在环境温度下紧密地在试棒上绕成螺旋形，将两端固定。

试棒直径和卷绕圈数规定如下：

a) 表 1 适用于按 9.1.2a) 制备的试样；对于扁平电缆和软线，试棒直径应按其短轴尺寸选取，卷绕时使其短轴垂直于试棒。

b) 表 2 适用于按 9.1.2 条 b) 和 c) 制备的试样。在这种情况下，试样的内表面应与试棒接触。

表 1

试样外径 D , mm	试棒直径, mm	卷绕圈数
$D \leq 2.5$	5	6
$2.5 < D \leq 4.5$	9	6
$4.5 < D \leq 6.5$	13	6
$6.5 < D \leq 9.5$	19	4
$9.5 < D \leq 12.5$	40	2

表 2

试样厚度 δ , mm	试棒直径, mm	卷绕圈数
$\delta \leq 1$	2	6
$1 < \delta \leq 2$	4	6
$2 < \delta \leq 3$	6	6
$3 < \delta \leq 4$	8	4
$4 < \delta \leq 5$	10	2

上述表格中,试样或厚度应用游标卡尺或其他合适的测量工具进行测定。

9.1.4 加热和检查

绕在试棒上的试样应放入预热到有关电缆产品标准规定试验温度的空气烘箱中。如果电缆标准没有规定,则预热到 $(150 \pm 3)^\circ\text{C}$,试样在规定温度下保持 1 h。

当试样达到近似环境温度后,检查仍在试棒上的试样。

9.1.5 试验结果的评定

用正常视力或矫正后的视力而不用放大镜进行检查时,试样应无裂纹。

9.2 护套热冲击试验

9.2.1 取样

每个被试护套应取两根适当长度的电缆试样,试样取自两处,间隔至少 1 m。

所有的外护层应除去。

9.2.2 试样制备

a) 对于外径不超过 12.5 mm 的护套,每个试样应是一段电缆,但聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套电缆除外。

b) 对于外径超过 12.5 mm,厚度不超过 5.0 mm 的护套和聚乙烯绝缘电缆的护套,每个试样应是取自护套上的窄条,其宽度至少是护套厚度的 1.5 倍,但不小于 4 mm。窄条应沿电缆的轴线方向切取。

c) 对于外径超过 12.5 mm,厚度超过 5.0 mm 的护套,每个试样应是按 b) 规定切取的窄条,然后在窄条的外表面磨或削(避免过热)到 4.0~5.0 mm 厚。该厚度应在窄条的较厚部分测得。窄条的宽度至少是厚度的 1.5 倍。

d) 对于扁电缆,如果电缆的宽度不超过 12.5 mm,每个试样应是一段完整的电缆。如果电缆宽度超过 12.5 mm,则每个试样应是按 b) 规定从护套上切取的窄条。

9.2.3 试样卷绕

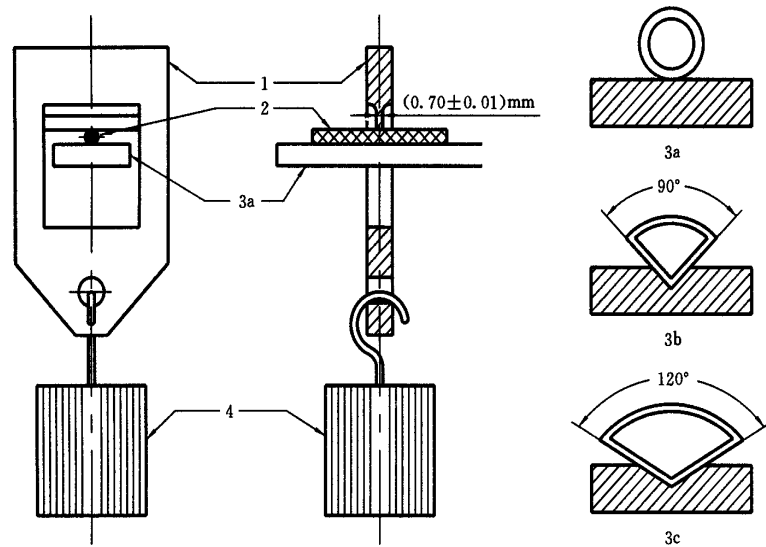
每个试样应在环境温度下紧密地在试棒上绕成螺旋形,将两端固定。试棒直径和卷绕圈数为:按第 9.2.2a) 制备的试样见 9.1.3a) 的规定;按 9.2.2b) 和 c) 制备的试样见 9.1.3b) 规定。试样的直径或厚度应用游标卡尺或其他合适的测量工具进行测定。

9.2.4 加热和检查

按 9.1.4 条的规定。

9.2.5 试验结果的评定

按 9.1.5 条的规定。



1—长方形刀具；2—试样；3a、3b、3c—试样支架；4—负荷

图1 压痕装置

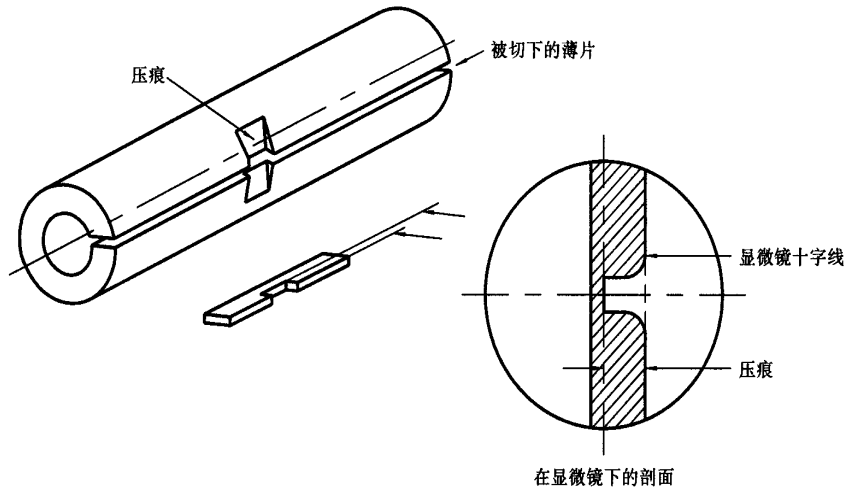


图2 压痕测量

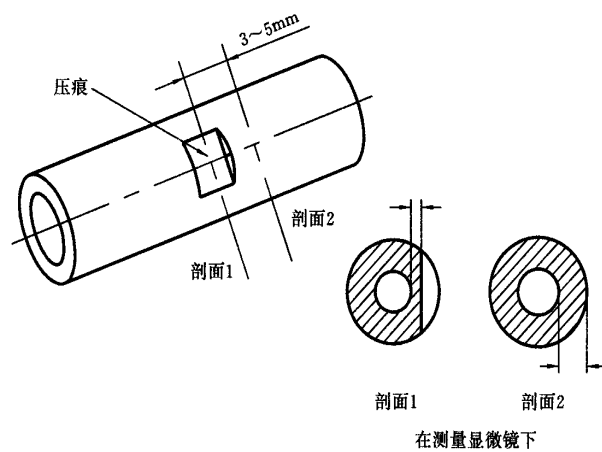


图3 小试样的压痕测量

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3部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法

第2节:失重试验——热稳定性试验

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables
Part 3: Methods specific to PVC compounds
Section two: Loss of mass test—Thermal stability test

GB/T 2951.7—1997
idt IEC 811-3-2:1985
No. 1(1993)第1次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.10~2951.11—94
GB/T 2951.40—94

1 范围

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

GB/T 2951.7 规定了失重试验方法和热稳定性试验方法。适用于电线、电缆的聚氯乙烯混合料绝缘和护套。

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

本标准规定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后存放至少 16 h 方可进行。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

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 绝缘和护套失重试验

8.1 绝缘失重试验

8.1.1 试验设备

a) 自然通风烘箱或压力通风烘箱。空气进入箱内的方式应使空气均匀流过试片的表面,然后在烘箱顶部附近排出。在规定的老化温度下,箱内空气每小时更换次数应不小于8次,不大于20次,有争议的情况下,应采用自然通风烘箱。

烘箱内不得采用旋转式风扇。

b) 分析天平,感量为0.1 mg。

c) 哑铃试件用冲模(参见GB/T 2951.1—1997第9章)。

d) 使用硅胶或类似材料的干燥器。

8.1.2 取样

若失重试验与机械性能试验(GB/T 2951.1—1997第9章)结合起来进行,试件应按GB/T 2951.2—1997第8.1.3条规定经受热老化试验的试件中的3个,每个绝缘线芯取一组试件。

如果不再用于其他试验,且其厚度符合8.1.3c)规定时,也可以是按GB/T 2951.1—1997第9章规定从每个绝缘线芯上制备的另外3个试件。

否则,应从每一被试绝缘线芯上截取3个试样,每个试样长约100 mm,然后按8.1.3条规定的方法从每个试样上制备试件。

8.1.3 试件制备

a) 除去所有护层,抽出导电线芯。绝缘上的半导体层(若有的话)应采用机械方法而不用溶剂除去。

b) 试验用试件:

1) 尽可能制取图1所示的哑铃试件;

2) 如果绝缘线芯尺寸太小而不能制取图1所示哑铃试件,则可制取图2所示的哑铃试件;

3) 对于内径不超过12.5 mm的试样,只要绝缘内不粘附半导体层,可以用管状试件代替哑铃试件。

如有任何残留隔离层,应用适当的方法而不用溶剂除去;

管状试件两端不应封闭。

c) 哑铃试件应按GB/T 2951.1—1997第9.1.3条a)项规定制备,但试件两个表面应平行,其厚度为 (1.0 ± 0.2) mm,不要求加标记线;

管状试件应按GB/T 2951.1—1997中9.1.3b)规定制备,不要求加标记线。每个试件的总表面积(见8.1.4a))应不小于5 cm²。

d) 双芯扁平软线线芯之间两边有凹槽,试验时不应将绝缘线芯分开。关于双芯扁平软线挥发表面积的计算,可将其认为是两个分开的管状试件。

8.1.4 挥发表面积A的计算

每个试件的表面积(以cm²计)应在失重试验之前按下式计算:

a) 管状试件

表面积A=外表面积+内表面积+断面面积

$$A = \frac{2\pi(D - \delta) \times (1 + \delta)}{100} \quad \text{cm}^2$$

式中: δ ——试件平均厚度,mm。若 $\delta \leq 0.4$ mm,到两位小数;若 $\delta > 0.4$ mm,则到一位小数;

D——试件平均外径,mm。若 $D \leq 2$ mm,到两位小数;若 $D > 2$ mm,则到一位小数;

l——试件长度,mm。到一位小数。

δ 和 D 均按 GB/T 2951.1—1997 第 8.1 和 8.3 条的规定,在每个管状试件端部切取的薄片上测得。

这个公式也适用于截面形状如图 3 所示的管状试件。

b) 图 2 所示哑铃试件

$$A = \frac{624 + 118\delta}{100} \quad \text{cm}^2$$

c) 图 1 所示哑铃试件

$$A = \frac{1\,256 + 180\delta}{100} \quad \text{cm}^2$$

其中 δ 是试件的平均厚度,按 GB/T 2951.1—1997 第 9.1.4a) 规定测得,以 mm 计,到两位小数。

8.1.5 试验步骤

a) 制备好的试件应在环境温度下的干燥器中存放至少 20 h。每一试件从干燥器中取出后应立即精确地称重,以 mg 计,精确到一位小数。

b) 除非另有规定,三个试件应按下述条件在大气压力下,在 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的烘箱中保存 7×24 h (见 8.1.1 条)。

——组分明不同的材料不应在同一烘箱内同时进行试验;

——试件应垂直悬挂在烘箱的中部,试样之间的间距至少为 20 mm;

——试件所占体积应不超过烘箱体积的 0.5%。

c) 热处理完毕,试件应重新放入环境温度下的干燥器中存放 20 h,然后再准确称重每一试件,以 mg 计,精确到一位小数。

计算每一试件按 a) 和 c) 测得的重量之差,修约到 mg。

8.1.6 试验结果表示方法

每一试件的失重应是其“重量之差”,以 mg 为单位(见 8.1.5c)),除以表面积,以 cm^2 为单位(见 8.1.4 条)。

将取自每一绝缘线芯的 3 个试件的测量结果的中间值作为该线芯绝缘的失重,以 mg/cm^2 表示。

8.2 护套失重试验

8.2.1 试验设备

见 8.1.1 条。

8.2.2 取样

应按 8.1.2 条规定取 3 个护套试样。

8.2.3 试件制备

护套内部(及外部,若有的话)的所有元件均应除去,注意不要损伤护套,然后按 8.1.3 条规定制备试件。

8.2.4 挥发表面积 A 的计算

按 8.1.4 条给出的公式计算挥发表面积,作如下改动:

管状试件用的公式仅适用于截面如图 4 和图 5 所示的情况。扁平软线和电缆的护套内、外表面积应按其截面尺寸来计算。这些尺寸均应测定到两位小数,以 mm 计。

扁护套内侧的楔形凸脊可以认为是平的。

8.2.5 试验步骤

按 8.1.5 条规定。

8.2.6 试验结果表示方法

按 8.1.6 条规定。

9 绝缘和护套热稳定性试验

9.1 试验设备

a) 长为 110 mm, 外径约为 5 mm, 内径为 (4.0 ± 0.5) mm 的一端密封(如用熔融方法密封)的玻璃管。

AR 玻璃制成的管子应符合¹⁾:

- ISO 719:3 级耐水解;
- ISO 1776:1 级耐酸;
- ISO 695:2 级耐碱。

b) pH 值在 1~10 范围内的通用试纸。

c) 可控制温度的加热器。试验温度按有关电缆产品标准中的规定, 如未规定则控制在 (200 ± 0.5) °C。优先使用油浴。型式试验及在有争议的情况下均应使用油浴。

d) 已标定分度值为 0.1 °C 的温度计。

根据使用的温度计类型和标定及使用方法, 可能有必要进行水银柱修正。

e) 秒表或合适的计时器。

9.2 试验步骤

注: 为了得到可靠的试验结果并限制其分散性, 绝对有必要使用足够准确的温度计并符合规定的试验温度限值。

a) 从每个被试绝缘线芯的绝缘或被试护套上切取三个试样。每个试样包括两个或三个长为 20~30 mm 的窄条组成, 重约 (50 ± 5) mg。

将试样放入 9.1a) 规定的玻璃管中。试样应不高出玻璃管底部 30 mm。

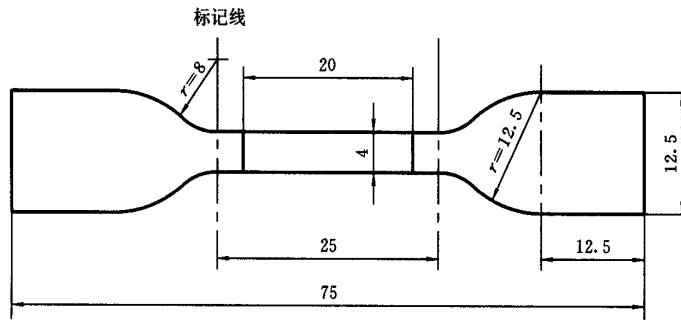
b) 将一条约 15 mm 长、3 mm 宽的干燥通用试纸(如 9.1b) 的规定), 插入玻璃管的开口端(顶部), 纸带伸出管口约 5 mm, 并将其弯折固定在该位置。

c) 将玻璃管放入已加热到规定试验温度的加热装置中至深度 60 mm。

d) 测定通用试纸的颜色从 pH 值 5 改变到 pH 值 3 所用的时间; 或者试验一直持续到在规定的试验时间试纸颜色不发生变化为止。当对应于 pH 值 3 的通用试纸上的红颜色开始明显转变时, 则应认为已达到颜色变化点了。在预计试验时间即将结束时, 通用试纸应每隔 5~10 min 更换一次(特别是对长时间稳定性试验), 以使变化点较易看清。

9.3 试验结果的评定

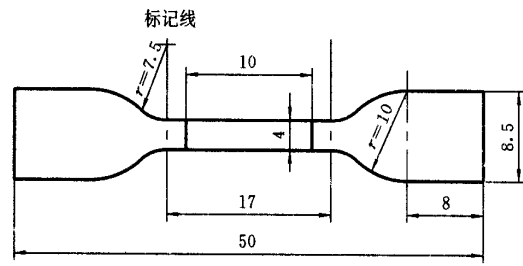
三个试样热稳定时间的平均值应不低于有关电缆产品标准的规定值。



尺寸单位: mm

图 1 哑铃试件

1) ISO 695:1991, 耐沸腾的混合碱溶液腐蚀的玻璃——试验及分类方法。
 ISO 719:1985, 在 98 °C 温度下玻璃粒子耐水解的玻璃——试验及分类方法。
 ISO 1776:1985, 在 100 °C 温度下耐氢氟酸腐蚀的玻璃——火焰发射或火焰原子吸收光谱测定法。



尺寸单位:mm

图 2 小哑铃试件

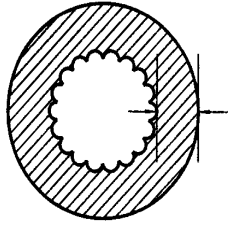


图 3

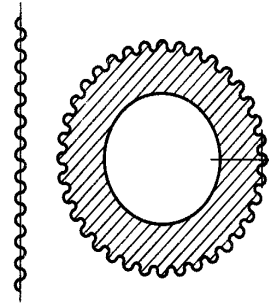


图 4

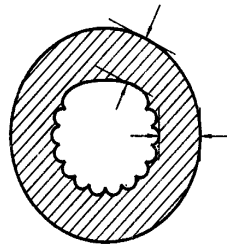


图 5

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4部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法

第1节:耐环境应力开裂试验——空气热老化后的 卷绕试验——熔体指数测量方法——聚乙烯 中炭黑和/或矿物质填料含量的测量方法

GB/T 2951.8—1997
idt IEC 811-4-1:1985
No. 1(1988)第1次修正
代替 GB/T 2951.1—94
GB/T 2951.36—94
GB/T 2951.39—94
GB/T 2951.41~2951.42—94

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables

Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds

Section one: Resistance to environmental stress cracking

—— Wrapping test after thermal ageing in air

—— Measurement of the melt flow index—Carbon black

and/or mineral filler content measurement in PE

1 范围

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

GB/T 2951.8 标准规定了耐环境应力开裂试验方法、空气热老化后卷绕试验方法、熔体指数测定方法及炭黑和/或矿物质含量的测量方法。适用于电线、电缆的聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)材料护套和绝缘,包括发泡绝缘和带皮泡沫绝缘。

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。

本标准规定的所有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 定义

为便于试验,必须区分低密度、中密度和高密度聚乙烯(23℃):

低密度聚乙烯 $d \leq 0.925 \text{ g/cm}^3$

中密度聚乙烯 $0.925 < d \leq 0.940 \text{ g/cm}^3$

高密度聚乙烯 $d > 0.940 \text{ g/cm}^3$

注:这些密度 d 是用来填充树脂。测定方法按 GB/T 2951.3—1997 第 8 章的规定。

5 型式试验和其他试验

本标准规定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。

6 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。

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 耐环境应力开裂

8.1 概述

这些试验步骤仅适用于电缆护套的原始粒料。

步骤 A:适用于不太苛刻的电缆使用条件和环境下的材料。

步骤 B:适用于较苛刻的电缆使用条件和环境下的材料。

8.2 试验设备

8.2.1 热压机 制作模压试片的压板要大于模板

8.2.2 两块硬质金属模板 厚度为 (6 ± 0.5) mm,面积约为 200 mm \times 230 mm。每块板应从一边钻一个孔到板中心 5 mm 范围内,在孔内放置温度传感器。

8.2.3 隔离片面积约 200 mm \times 230 mm。例如厚度为 0.1~0.2 mm 的铝箔。

8.2.4 压模制作试片尺寸为 150 mm \times 180 mm \times (3.3 ± 0.1) mm,内圆角半径约 3 mm。

8.2.5 电热空气箱强迫空气循环并附有降温速率为 (5 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的程序装置。

8.2.6 清洁、锐利、无损伤的冲模及冲片机能冲切 (38.0 ± 2.5) mm \times (13.0 ± 0.8) mm 的试片。

8.2.7 指针式测厚仪测量平面的直径为 4~8 mm,测量压力为 5~8 N/cm²。

8.2.8 装有刀片的刻痕装置,如图 1,刀片的形状和尺寸如图 2。

8.2.9 图 3 所示的弯曲夹持装置,用虎钳或其他合适的装置使其对称地闭合。

8.2.10 转移装置如图 4 所示,将弯曲好的试件从弯曲夹持装置中一次转移到黄铜槽试样架内。

8.2.11 图 5 所示的带槽黄铜试样架,可容纳 10 个弯曲好的试件。

8.2.12 硬质玻璃试管如图 6 尺寸 200 mm \times \varnothing 32 mm,能容纳装有试件的试样架,采用包有铝箔的软木塞塞住试管口。

8.2.13 试剂

程序 A:100% Igepal CO-630(Antarox CO-630)或其他具有相同化学组分的试剂(参见注 1、注 2 以及附录 A)。

程序 B:10% 的 Igepal CO-630(Antarox CO-630)水溶液(按体积计算)或任何其他具有相同化学组分的水溶液。

注

1 试剂只能用一次。

2 碰到意外短的失效时间应当检查试剂的含水量,因为含水量略微超过规定的最大值的 1%,试剂的活性就会明显增大。

3 Igepal CO-630 或类似试剂的水溶液应当在 60~70 $^{\circ}\text{C}$ 时,用搅拌器搅拌制取,搅拌时间至少为 1 h,试剂应当在制

取后一周内使用。

8.2.14 加热容器具有足够尺寸和深度,内可放置装有试片架的玻璃试管(如图6),应采用合适的设备使温度保持在 $(50 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 。设备的热容量应足够大,以保证在放入试管后温度不会降低到低于 49°C 。

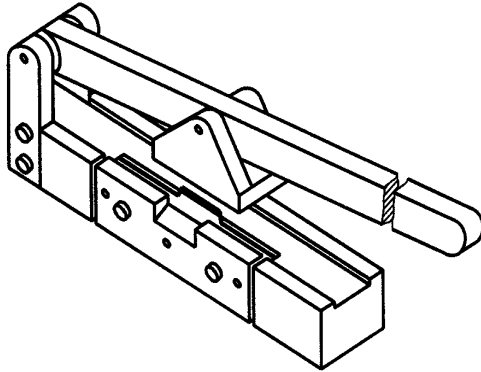


图1 由“Gem”刀片制成的刀架,刀片如图2所示(同时参见附录A)

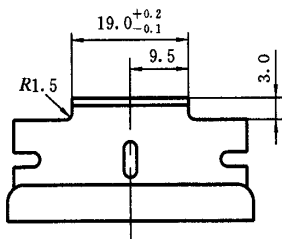
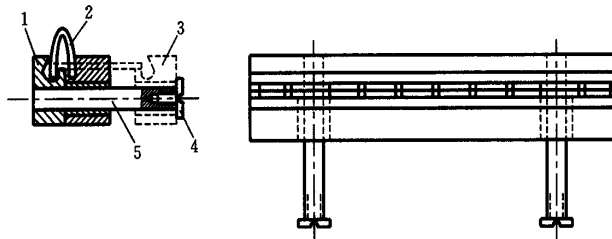


图2



1—后夹头;2—装入的试样;3—前夹头;4—螺丝;5—导杆

图3

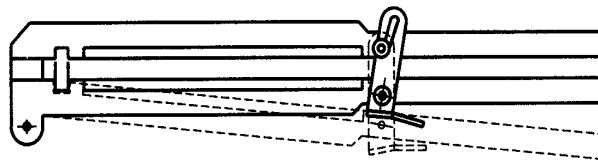
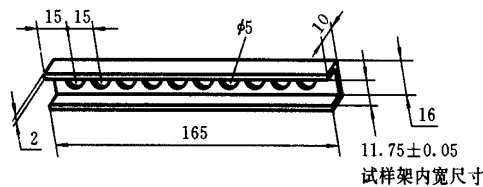


图4



尺寸单位:mm

图5 试样架

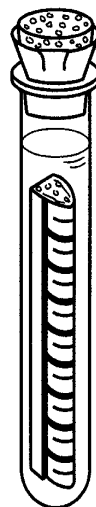


图6 试管及可装10个试件的带槽黄铜试样架(如8.2.11条所述)

8.3 试片的制备

8.3.1 为准备试验,将一个干净的如8.2.3条所述的隔离片放在8.2.2条所述的模板上,在8.2.4条所述的压模中放入 (90 ± 1) g的粒料或粉料,此料在压模中形成一均匀薄层,然后放上另一隔离片再放上另一块模板,不使用脱模剂。

8.3.2 模具应放到8.2.1条所述的模压机里,模压机应预热到 170°C ,并用不大于1 kN的力合上压机。

8.3.3 当模板里的传感器指示的温度达到 $165 \sim 170^{\circ}\text{C}$ 时,应用压机将 $50 \sim 200$ kN的全压力加到模具上,保持2 min,这期间压机的温度应保持在 $165 \sim 170^{\circ}\text{C}$ 范围内,在加全压力阶段结束时停止加热,即可将压模从压机上取下来,也可在全压力下快速冷却。

8.4 试片的条件处理

在不移动隔离片的情况下移去模板后,将模压的试片放在8.2.5条所述的烘箱里使试片周围空气自由循环,这样模压试片能很好地放置在水平的导热面上,使得隔离片与聚乙烯之间保持良好的接触。在模压试片表面的中心以上不超过5 mm的地方测得的温度应按下述规定控制:

对低密度聚乙烯,烘箱试验温度应保持 $(145 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;对中密度聚乙烯,试验温度应保持 $(155 \pm 2)^{\circ}\text{C}$;对高密度聚乙烯,试验温度应保持 $(165 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。烘箱试验温度应保持1 h,然后以 $(5 \pm 2)^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速率降低至 $(29 \pm 1)^{\circ}\text{C}$,也可在压机上冷却试片,实际的冷却速率应用绘图记录仪记录。

注:试片是否需条件处理可自定,在有争议的情况应采用经条件处理的试片。

8.5 试片外观的检查

在距试片边缘10 mm以外范围内试片表面应光滑,并不应有气泡、突起或凹陷。

8.6 试验步骤

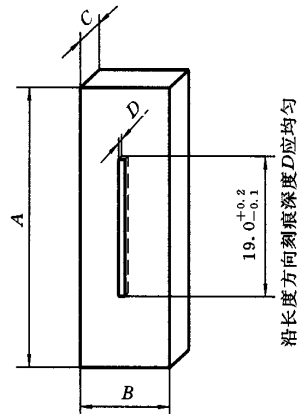
8.6.1 试件的制备

用8.2.6条所述的冲模和冲片机或其他合适的装置,在距试片边缘大于25 mm的地方切取10个如8.6.2条规定的试件,切取试件时,应使试片上留下的孔之间的网状部分不至于损坏。

用8.2.7条所述的指针式测厚仪测量试件的厚度,应符合8.6.2条的规定。所切取的试件的边缘应成直角,斜的边缘可能导致错误的结果。

8.6.2 刻痕及插入试件

在将试件放到试剂中之前,每个试件都应用8.2.8条所述的刻痕装置刻痕(见图7),刀片应锋利并没有损坏,并按要求调换,即使在很好的条件下刀片最多只能刻100个刻痕。



聚乙烯护套材料的密度	A,mm	B,mm	C,mm	D,mm
≤0.940 g/cm ³	38±2.5	13.0±0.8	3.0~3.30	0.50~0.65
>0.940 g/cm ³	38±2.5	13.0±0.8	1.75~2.0	0.30~0.40

图 7

将刻痕朝上的 10 个试件放入 8.2.9 条所述的弯曲夹持装置,然后用台钳或恒速电动压床在 30~35 s 的时间内闭合夹持装置。

将弯曲好的试样用 8.2.10 条所述的转移工具从夹持装置中提出并放入 8.2.11 条所述的黄铜槽试样架内。如有的试件在试样架中抬得过高,应用人力将它们压下去。

在试件弯曲 5~10 min 之后,将试样架插入到 8.2.12 条所述的试管里。试管应充以 8.2.13 条所述的适当的试剂,所有试件都应浸入到试剂里。用软木塞将试管塞住。

充以试剂的试管应立即放到 8.2.14 条所述的加热容器中并开始计算时间。应注意试验时不使试件碰到试管壁。

8.7 试验结果的评定

通常环境应力开裂应在刻痕的地方开始,并向它的直角方向发展。当用正常视力或校正视力而不用放大镜检查时,试件上出现第一个裂纹时,即表明该试件失效。

步骤 A:经 24 h 加热,容器中失效试片不能超过 5 个,如有 6 个试件失效,则作为未通过试验。允许从一个新试片上再切取 10 个试件重复进行一次试验。重复试验不能有多于 5 个试件失效。

步骤 B:经 48 h 加热,容器中不能有试件失效。如有一个试件失效,则作为未通过试验。允许从一个新的试片上再切取 10 个试件重复进行一次试验。重复试验不能有一个试件失效。

8.8 步骤 A 和 B 的试验要求及条件

试验条件和要求	步骤 A	步骤 B
试片的制备:		
—— 温度,℃	165~170	
—— 压力,kN	50~200	
—— 时间,min	2	
试片的处理:		
—— 温度范围,℃	(145±2)到(30±2)	
—— 冷却速度,℃/h	5±2	
试验条件:		
—— 试剂浓度*,%	100	10
—— 温度,℃	50±0.5	

表(完)

试验条件和要求	步骤 A	步骤 B
——时间(最少),h	24	48
要求:		
——失效率(最大)	5个试样 (50%)	0个试样 0%
* Igepal CO-630 或其他任何具有相同化学成分的试剂。		

9 空气热老化后的卷绕试验

9.1 概述

本方法用于测定聚乙烯绝缘材料的抗氧化性能。

本试验适用于直径不大于 10 mm 和/或壁厚小于 0.8 mm 的产品及密度不大于 0.940 g/cm³ 的材料。

对密度大于 0.940 g/cm³ 的材料,试验方法在考虑中。

注:长期稳定性试验在考虑中。

9.2 试验设备

9.2.1 光滑的金属试棒及加载元件。

9.2.2 卷绕装置,最好具有机械驱动试棒的功能。

9.2.3 自然通风的电加热箱。

9.3 取样

从每一被试电缆或绝缘线芯上取 2 m 长的试样,切取 4 个长度相等的试件进行试验。

从试件上除去护层、编织层(如有的话)及可能粘在绝缘线芯上的任何填充物。

将导体留在绝缘内并校直试件。

9.4 老化步骤

将按 9.3 条规定制备的试件垂直悬挂在符合 9.2.3 条要求的加热箱的中部,每个试件彼此之间至少相距 20 mm,试件所占的空间不能大于试验箱容积的 2%。在(100±2)℃温度下保持 14X24h 老化后,应立即将试件从试验箱内取出并放在室温下至少 16 h,避免阳光直接照射。

注:如有关电缆产品标准要求,可增加老化时间和/或提高老化温度。

9.5 试验步骤

试件按 9.4 条规定老化后,应在室温下卷绕试件。试件一端应露出导体,将一负载挂在该端头(按导体截面积施加 15 N/mm²±20% 的拉力),在试件的另一端用符合 9.2.2 条要求的卷绕装置以约 1 r/5 s 的速度将试件在金属试棒上卷绕 10 圈。芯轴的直径为试件直径的 1~1.5 倍。然后将卷绕的试件从芯轴上取下,然后将螺旋状试件以垂直状态放在符合 9.2.3 条要求,温度为(70±2)℃的加热箱中部保持 24 h。

9.6 试验结果的评定

冷却至室温后,用正常或矫正视力而不用放大镜检查时,试件上不应有裂纹。如有一个试件不合格,允许重复一次试验。

10 熔体指数测定

10.1 概述

聚乙烯和聚乙烯混合物的熔体指数(MFI)是指在 190℃温度下,按采用的方法确定的在负荷作用下通过一个规定的出料模,在 2.5 min 或 10 min 时间内所挤出的材料的数量。

注:熔体指数不适用于阻燃聚乙烯。

10.2 试验设备

试验设备主要是一个挤塑仪,通常结构如图 8 所示,装在立式料筒里的聚乙烯在可控温度下,由一个加压活塞通过一个出料模孔挤出。试验设备上所有与材料接触的表面都应具有高光洁度。

组成试验设备的主要部件如下:

a) 钢筒

钢筒垂直固定,并有热绝缘以便在 190℃ 工作,钢筒长至少 115 mm,内径在 9.5~10 mm 之间,并且符合 10.2b) 要求。如果裸露的金属表面积超过 4 cm²,则钢筒底座应绝热,并推荐用聚四氟乙烯作为绝热材料(厚约 3 mm)以避免粘住挤出料。

b) 空心钢活塞

空心钢活塞长度至少与钢筒一样。钢筒轴线应与活塞轴线重合,活塞的有效长度最大为 135 mm。活塞头长度为(6.35±0.10) mm,直径应比钢筒工作长度上各处的内径小(0.075±0.015) mm。此外,为计算负载(见 10.2c)),活塞头的直径应为已知值,公差为±0.025 mm。活塞头下边缘有 0.4 mm 半径的圆角,上边缘磨去锐边,在活塞头上面的活塞的直径缩小至约为 9 mm,活塞顶部有螺栓以支撑可卸负载。但活塞与负载之间应有隔热层。

c) 活塞顶部的可卸负载

负载与活塞的总重量应能达到施加的力 P 为:

用方法 A 时(见 10.5 条) $P=21.2\text{N}$

用方法 C 时(见 10.6 条) $P=49.1\text{N}$

d) 加热器

使钢筒里的聚乙烯保持在(190±0.5)℃ 的温度下,推荐使用自动控温装置。

e) 温度测量装置

测温装置尽可能靠近出料模,但位于钢筒筒体内。此装置应经过校准使其温度测量准确到±0.1℃。

f) 出料模

用硬质钢制成的出料模的长度为(8.000±0.025) mm,其平均内径在 2.090 mm 和 2.100 mm 之间并在其长度上保持均匀,偏差在±0.005 mm 范围内(见图 9)。出料模不应伸出钢筒的底座之外。

g) 天平

精确到±0.000 5 g。

10.3 试样

应从电缆或电线的一端取一个足够重要的绝缘或护套试样。试样应切成小块,小块在任一方向上的尺寸都不应超过 3 mm。

注:如果需要,可从不同的绝缘线芯上取绝缘料。

10.4 设备的清洁和保养

每次试验后,设备应清洁。

在清除表面的聚乙烯或清理操作设备的任意部件时,决不能使用可能损坏活塞、钢筒或出料模表面的磨料或类似的材料。

适合于清洗设备的溶液是二甲苯、四氢化萘或无气味的汽油。活塞尚热时用布浸溶液进行清洗。钢筒也应在尚热时用绒布浸溶液清洗。出料模应用紧配的黄铜绞刀或木栓子清洗。然后浸入沸腾的溶剂里。

推荐定期(如常用的设备每周一次)对设备进行清洗,对绝热板、出料模挡板和钢筒进行彻底清洗,如装配在一起时可拆下来清洗(见图 8)。

10.5 方法 A

10.5.1 概述

方法 A 适用于测定未知 MFI 的聚乙烯试样的熔体指数。

10.5.2 试验步骤

试验设备应经清洗(见 10.4 条)。试验开始之前钢筒及活塞的温度应在 $(190 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 温度下保持 15 min,并在聚乙烯挤出期间一直保持这个温度。

推荐的测温装置(见 10.2e)是永久置于钢筒筒体内的水银玻璃温度计(见注解),推荐采用低熔点的合金(如伍德合金)来改善接触。

注:如果使用其他的测温装置,在开始试验前,这种测温装置应在 $(190 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 的温度下与符合 10.2e)的水银温度计进行校准,这时水银温度计应放在钢筒中并插在聚乙烯料中至适当深度。

然后在钢筒中加入一份试样(见表 1),并将无载的活塞重新插入钢筒顶部。

加料后 6 min,此时的钢筒温度应回升到 $(190 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,在活塞上施加负载以使聚乙烯通过出料模挤出。在出料模处用适当的锐利工具按一定时间间隔截取短段挤出料作为一次“取料量”。用截取挤出料来测量挤出速度,每次取料的时间间隔列于表 1。

在料加入钢筒的 20 min 内应取数次料,第一次取料及任何含有空气泡的取出料都应作废。其余接连取料数次(至少三次),应分别称重,精确至 mg,并计算平均重量。

如果分别称得的最大重量与最小重量之差大于平均值的 10%,则试验结果应作废,并重新取样进行试验。

10.5.3 试验结果的评定

MFI 应计算到两位有效数字(见注 1),并以 MFI. 190. 20. A(见注 2)的符号表示。

$$\text{MFI. 190. 20. A} = \frac{600 \times m}{t}$$

式中:MFI——每 10 min 的克数;

m ——取料重量的平均值;

t ——取料的时间间隔,s。

注

1 聚乙烯的 MFI 可能受以前加热处理和机械处理的影响,特别是氧化会引起 MFI 下降。通常试验过程中发生的氧化将引起连续取料重量的系统性下降。这种现象在含有抗氧剂的聚乙烯料中不会出现。

2 MFI—熔体指数;

190—试验温度, $^\circ\text{C}$;

20(或 50)—施加在熔体上的近似负载,以 N 表示。

10.6 方法 C

10.6.1 概述

方法 C 适用于测定 MFI 小于 1 的聚乙烯样品,测量方法按方法 A。

10.6.2 试验步骤

试验程序与方法 A 相同。

取料的时间间隔及投入钢筒中试样的重量按表 1 规定。

10.6.3 试验结果的评定

MFI 应记录到两位有效数字(见上述的注 1)并以 MFI. 190. 50. C(见上述的注 2)符号表示。

$$\text{MFI. 190. 50. C} = \frac{150 \times m}{t}$$

注:用较重的负载(50N)和较短的取料时间(150 s)所得的以标记 C 表示的结果,与方法 A 和以标记 A 表示的结果基本相同。但在标记 A 和 C 之间没有直接相互关系。

表 1 方法 A 和方法 C 的取料时间间隔及投入钢筒试样重量

熔体指数 IF	投入料筒的试料的重量,g	取料时间间隔,s
0.1~0.5	4~5	240
0.5~1	4~5	120

11 聚乙烯中碳黑及矿物质填料含量的测定

11.1 取样

从电缆的一端取一段足够重量的绝缘和护套试样。

将试样切成小块,任一方向上的尺寸应不大于 5 mm。

11.2 试验步骤

将长约 75 mm 的燃烧舟加热到灼热,然后在干燥器中冷却至少 30 min,称重精确到 0.0001 g,将 (1.0±0.1)g 重的聚乙烯试样放到燃烧舟中,再一起称重,精确到 0.0001 g,减去燃烧舟的重量即得到聚乙烯试样的重量(重量 A),精确到 0.0001 g。

将装有试样的燃烧舟放到硬质玻璃、石英或陶瓷燃烧管的中部。管子内径约为 30 mm,管子长度为 (400±50) mm。然后将一个带温度计(测温范围为 300~550℃)的塞子和一根可供氮气的管子插在燃烧管的一端,使温度计的端头与燃烧舟接触。含氧量小于 0.5% 的氮气以 (1.7±0.3)L/min 的流速通过燃烧管,并在以后的加热过程中保持这个流速。

注:有疑问时,氮气中的含氧量应限制在 0.01%。

将燃烧管放入炉里,管子的出口串联到两个含有三氯乙烯的冷凝器上,第一个冷凝器用固体二氧化碳冷却,第二个冷凝器的出口管应通到通风橱或户外大气中,或者也可将燃烧管的出口直径接到户外大气中。

将炉子在 10 min 内加热到 300~350℃,再加热 10 min 到约 450℃,第三个 10 min 后加热到 (500±5)℃。然后在此温度下保持 10 min。再将出口管从冷凝器(如有的话)脱开,将装有燃烧舟的燃烧管从炉子中取出,冷却 5 min,氮气流速与前相同。

然后将燃烧舟通过氮气进口端从燃烧管中取出,在干燥器中冷却 20~30 min 并重新称重,测定残留物的重量精确到 0.0001 g(残留物重量 B)。

然后,再将此燃烧舟放入燃烧管,在 (500±20)℃ 的温度下将空气或氧气取代氮气以适当的流速通到燃烧管内,使残留碳黑燃烧。在试验装置冷却之后,再取出燃烧舟并称重,测定残留物的重量精确到 0.0001 g(残留物重量 C)。

11.3 试验结果表示方法

$$\text{碳黑含量} = \frac{B-C}{A} \times 100\%$$

$$\text{矿物质填料含量} = \frac{C}{A} \times 100\%$$

$$\text{填料含量} = \frac{B}{A} \times 100\%$$

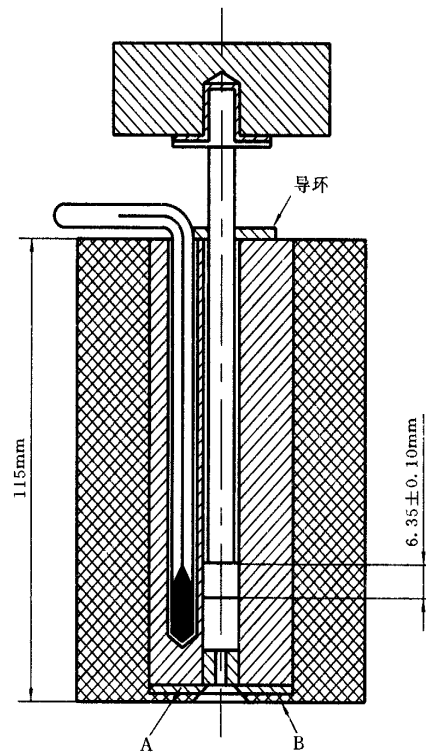


图 8 熔体指数测定仪(图示大外径钢筒,出料模固定板 A 和绝热板 B)

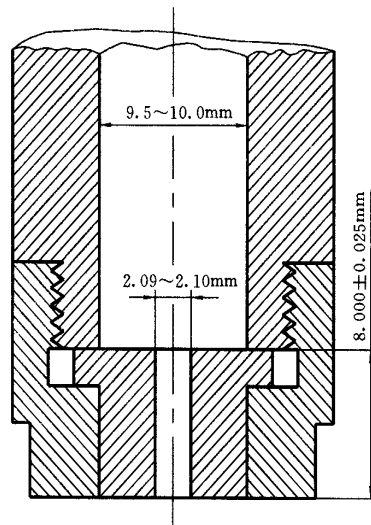


图 9 出料模(小外径钢筒及固定出料模的示例)

附 录 A
(提示的附录)
仪 器 和 试 剂

仪 器

购买 8.2.8, 8.2.9 及 8.2.10 条所述的试验仪器的地址:

Messrs Custon Scientific Instruments Inc.

541 Deven Street

Arlington, N. J.

U. S. A.

索取试验仪器的地址:

American Society for Testing and Materials (ASTM) 1916 Race Street.

Philadelphia 19103, Pa

U. S. A.

试 剂

购买 25℃时密度为 1.06 的 100%IGEPAL CO-630 的试剂的地址:

GAF Corp., Dyestuff and Chemical Div.

140 West 51 Street

New York, N. Y. 10020

U. S. A.

试剂的含水量必须小于 1%, 因为它是吸湿的, 应贮存在密闭的金属或玻璃容器内。

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4部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法
第2节:预处理后断裂伸长率试验——预处理后
卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验
——测定质量的增加

附录A:长期热稳定性试验

附录B:铜催化氧化降解试验方法

GB/T 2951.9—1997
idt IEC 811-4-2:1990

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables

代替 GB/T 2951.42—94

Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds

Section two: Elongation at break after pre-conditioning—Wrapping
test after pre-conditioning—Wrapping test after thermal ageing in air
measurement of mass increase—Long-term stability test (Appendix A)
Test method for copper catalysed oxidative degradation (Appendix B)

1 范围

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

GB/T 2951.9 规定了预处理后的断裂伸长率试验方法、预处理后的卷绕试验方法、空气中热老化后的卷绕试验方法、质量增加的测定方法、长期热稳定性试验方法及铜催化氧化降解试验方法。适用于电线、电缆的聚烯烃绝缘。

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 定义

为便于试验,应区分低密度、中密度和高密度聚乙烯(23℃):

低密度聚乙烯	$d \leq 0.925 \text{ g/cm}^3$
中密度聚乙烯	$0.925 < d \leq 0.940 \text{ g/cm}^3$
高密度聚乙烯	$d > 0.940 \text{ g/cm}^3$

注:这些密度是指未填充树脂,测定方法按 GB/T 2951.3—1997 第 8 章的规定。

5 型式试验和其他试验

本标准所规定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。

6 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。

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 预处理后的断裂伸长率

8.1 一般规定

本试验适用于绝缘厚度小于 0.8 mm 的填充式电缆的聚烯烃绝缘。

8.2 预处理步骤

一段适当长度的成品电缆试样应在空气中(即悬挂在烘箱中)预处理。烘箱内空气温度应保持恒定。试验温度和试验时间规定如下:

60±1℃, 7×24 h——对标称滴点为 50~70℃(包括 70℃)的填充膏;

70±1℃, 7×24 h——对标称滴点为 70℃以上的填充膏。

预处理以后,电缆试样应存放在环境温度下至少 16 h,应避免阳光直接照射,然后用适当的方法去除护套并清洁绝缘线芯。

8.3 试验设备

拉力试验机。对于管状试件来说,夹具可以是自紧式的,也可以是非自紧式的。

8.4 取样和试样制备

从电线上截取至少两个管状试件,每个试件长度不小于 100 mm,小心不要损伤绝缘。

如果取出导体有困难,应借助于任何适当的方法拉出导体。

拉伸试验前,在每个试件的中间部位标上两条平行的标记线,标记线之间距离为 20 mm。

注:应该强调的是,在某些情况下,诸如具有较薄绝缘的绞合导体,可能无法在不破坏绝缘的情况下拉出。

8.5 预处理后的拉伸试验

按照第 8.2 条预处理和 8.4 条制备好的试件,应在环境温度下进行拉伸试验。有疑问时,试验应在 (23±2)℃ 下重做。

夹具之间的总长度大约为:

50 mm——用自紧式夹具试验时;

85 mm——用非自紧式夹具试验时。

夹具的分离速度为 (25±5)mm/min。

对于例行试验,夹具的分离速度允许用 (250±50)mm/min。

8.6 试验结果评定

试验结果取断裂伸长率的中间值。

9 预处理后卷绕试验

9.1 一般规定

本试验适用于绝缘厚度小于 0.8 mm 的聚烯烃绝缘的填充式电缆试样。

9.2 试验步骤

试验应按 GB/T 2951. 8—1997 中 9.5 条规定的方法进行。但老化试验应按本标准 10.4 条规定进行。

对于绝缘厚度小于或等于 0.2 mm 的发泡绝缘,在露出的导体上施加的拉力相对于导体的横截面来说应降低到大约 7.5 N/mm^2 。

9.3 试验结果评定

冷却至环境温度后,用正常视力或矫正后视力而不用放大镜检查试件,试件应无开裂。如果一个试件开裂,试验可以再重复一次。

10 空气热老化后卷绕试验

本标准规定的方法应考虑作为聚烯烃绝缘的老化方法,因此将其包括在本标准内。

注:对照这条内容宜归属 GB/T 2951. 8—1997 第 9 章的内容,因第 9 章将被删除,因而列入本标准中。

10.1 一般规定

本试验方法适用于绝缘厚度小于 0.8 mm 的非填充式电缆的聚烯烃绝缘和填充式电缆干的绝缘线芯的聚烯烃绝缘。

10.2 试验设备

10.2.1 光滑的金属试棒和加载元件。

10.2.2 卷绕装置,最好具有机械驱动试棒的功能。

10.2.3 自然通风的电热试验箱。

10.3 取样

每个被试电缆或绝缘线芯取 4 个试件进行试验。

取一根 2 m 长的试样,将其切成四个等长度的试件,仔细地去除试件的外护套、编织层(如有的话)和可能粘附在绝缘线芯上的填充物。

将导体保留在绝缘内,然后将试件矫直。

10.4 老化步骤

将按 10.3 条制备好的试件垂直悬挂在电热试验箱的中部。试验温度和时间为 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$, $14 \times 24 \text{ h}$ 。试件与试件之间至少相距 20 mm,试件所占容积应不超过试验箱容积的 2%。老化周期结束后,立即取出试件放置在环境温度下保持至少 16 h,应避免阳光直接照射。

注:如相关的电缆产品标准规定,老化时间和温度可以增加。

10.5 试验步骤

将按 10.4 条老化处理后的试件,在环境温度下进行卷绕。为此,在试件一端应剥露出导体。在露出的导体端施加负载,以产生一个相对导体截面来说达 $15 \text{ N/mm}^2 \pm 20\%$ 的拉力。然后,试件的另一端借助 10.2.2 条规定的装置在金属试棒上进行卷绕。卷绕速度约 1 r/5 s 。试棒直径取 1~1.5 倍的试件外径。接着将卷绕好的试件从试棒上移出来,保持其螺旋形状。然后将其在垂直状态下,基本置于电热试验箱的中部,在 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下放置 24 h。

10.6 试验结果评定

试件冷却至环境温度后,用正常视力或矫正后视力而不用放大镜检查,应没有开裂。如有一个试件开裂,允许重复试验一次。

11 绝缘质量增加的测定

11.1 一般规定

本试验用于检验填充式电缆的绝缘材料和填充膏之间可能产生的相互影响,本试验的目的仅仅用于选择材料。

11.2 取样

从填充工艺之前的电缆的每种颜色的绝缘芯线取三个试样,每段约2 m长的试样切成三个分别为600 mm、800 mm、600 mm长的试件。

11.3 试验步骤

在一玻璃容器内装入约200 g的填充膏,将800 mm长的样件浸入预热到下述温度的填充膏内:

(60±1)℃——对滴点为50~70℃(包括70℃)的填充膏;

(70±1)℃——对滴点为70℃以上的填充膏。

此试件的中间部分至少应有长500 mm浸入填充膏中,并不得与玻璃容器壁和其他试件相接触。试件两端应露出填充膏。玻璃容器应置于烘箱内,经10×24 h并且在上述相对应的填充膏所规定的温度下保持恒定。

试验时间结束后,从填充膏中取出试件,用吸附纸仔细地清洁试件。然后切除试件两端部,保留中部至少500 mm长的浸渍过的部分。两个干的600 mm长的试件切成与浸渍试件相同长度。去除三个试件内的导体,然后在环境温度下称重,精确到0.5 mg。

11.4 计算

增加的质量由下式计算:

$$W = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100\%$$

式中: M_1 ——两个干试件的平均质量;

M_2 ——在填充膏中浸渍过的试件的质量。

附录 A
(标准的附录)
长期热稳定性试验

注:本试验方法仅适用于通信电缆。配电电缆的类似的试验方法正在考虑之中。

A1 概述

需要确定电缆组分的质量在电缆的期望寿命期间是否令人满意已成共识。特别是聚乙烯绝缘在运行中必须具有足够的耐老化性能。对于聚乙烯-填充式电缆,就应该评定绝缘和填充膏之间的相容性。

应该仔细地确定试验的时间、温度、环境及失效判别依据。在本附录中给出了适用于选择材料的一种方法。由于试验时间较长,本试验不适用于例行的质量控制检验。本方法仅仅作为选择材料的试验,以期保证所选定的材料对于电缆的预期寿命来说是满意的。

对于例行质量控制,需要制定一种短期试验方法。

A2 试验设备

A2.1 符合 ISO 188 规定的空气烘箱,特别需符合如下要求:

——试验温度:(105 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 。

注 1:这个试验温度应进一步研究。

——清洁而干燥的空气每小时至少更换 6 次。在有争议时,空气每小时最多更换 10 次。

注 2:作为替代装置,只要符合上述要求可以使用由一个或多个单元容器组成的试验设备,只要其尺寸符合如下规定:

单元容器高度:至少 250 mm;

单元容器直径:至少 75 mm;

高度和直径之比:3:1 到 4:1 之间。

A2.2 空气流量计,测量范围由 A2.1 条规定的空气烘箱的尺寸来决定。

A2.3 热电偶或温度计,读数分辨至 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 。

A2.4 天平,精确到 $\pm 0.0005\text{ g}$,感量 0.1 mg。

A3 取样

从非填充式电缆或填充式电缆的绝缘线芯上取样,每种颜色绝缘线芯取三根试样,试样长度为 2 m。每个试样构成一个试件。

A4 试验步骤

A4.1 非填充式电缆

A4.1.1 试件卷绕成一个直径约为 60 mm 的宽松的螺旋圈,试件应不发生扭转和打结。如有必要,可以用铝丝松松地扎两个结,固定住线圈。

A4.1.2 称重试件,精确至 0.1 mg。然后可以借助铝丝钩子悬挂在顶盖下将试件悬挂到空气烘箱内。用热电偶或合适的温度计检验线圈中部空气的温度,是否保持在(105 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 。

每种颜色取三个试件。如果使用由老化单元容器组成的试验装置,则最好将每个试件放在单独容器内作老化试验。如果有必要,在一个单元容器内最多可以放置三个试件一起老化,只要试件与试件之间相距 3~5 mm。试件与试件之间,试件与容器壁之间应互不接触。

A4.1.3 42 天试验时间结束后,应从空气烘箱内取出试件,使其冷却到环境温度后:

1) 目力检查绝缘是否有开裂或裂纹和聚合物是否有破坏的其他痕迹,颜色应容易识别。

2) 再称重试样,精确至 0.1 mg,质量增加应不超过 1 mg。

A4.1.4 经 A4.1.3 条检查过的试件,应再进行如下试验:

将试件等间距的切成五个 200 mm 长度的样段,首段应距离试件端部 0.2 m,每个 200 mm 长样段的一端用手工环绕另一端缠绕至少连续 10 圈,然后用目力检查是否有裂纹及开裂。这样制成的五个样段应悬挂在 $(60\pm 1)^\circ\text{C}$ 的通风烘箱中,历时 7 天。老化结束后检查试件是否有裂纹及开裂。

A4.2 全填充式电缆

A4.2.1 试件应当在相应的填充膏内预处理 7 天,预处理温度按如下规定:

$(60\pm 1)^\circ\text{C}$ ——填充膏的滴点大于 50°C ,小于或等于 70°C 时;

$(70\pm 1)^\circ\text{C}$ ——填充膏的滴点大于 70°C 时。

注:滴点的定义见 GB/T 2951.10—1997 的第 4 章。

预处理可以对单个试件,也可以对一段电缆进行。对单个试件时应将试件浸入到玻璃容器内约 200 g 的填充膏中(两端部除外)。如果对一段电缆,则在处理后应小心取出试件。

A4.2.2 预处理后,用一种不起毛的吸附纸清除试件上剩余的填充膏,然后切除未浸渍的两端部,再将试件切成 A3 条所规定的长度。

A4.2.3 然后,按 A4.1.1~A4.1.4 条规定步骤进行试验。

附录 B

(标准的附录)

聚烯烃绝缘导线的铜催化氧化降解试验方法

(OIT 试验)

B1 概述

制造商需要监控其电缆生产以保证它们具有足够的抗氧化特性,一旦选定了合适的材料,OIT 试验已证明适合于监控原材料和电缆以确定是否符合要求。OIT 试验不适用于原材料的选择。为了上述目的,最好采用长期热老化试验。

借助长期热稳定性试验,可以确定材料适用性与材料的相容性。然后采用 OIT 试验以测定材料的性能。为了确保材料符合长期稳定性能,必须确定 OIT 试验和长期稳定性试验之间的关系。

可以用这种相应关系来控制材料和生产,但在各试验室之间可能是不相同的。

制造商需要用这种方法去评价生产电缆所用的所有绝缘和绝缘与填充膏的组合。

本附录给出的 OIT 试验方法适用于铜催化氧化降解试验。

B2 试验设备

B2.1 差热分析仪或差分扫描量热仪。升温速率至少 (20 ± 1) K/min,并能自动记录试样与基准材料之间的温差(或传热差),灵敏度和精度符合要求。

B2.2 X-Y 记录仪。Y 轴显示热流或温差,X 轴显示时间。时间基线应精确到 $\pm 1\%$,可读到 1 min。

B2.3 高纯度的氮气和氧气的气体转换开关和调节器。

B2.4 分析天平,可称量 30 g,感量及重复性至 ± 0.1 mg。

B2.5 试样杯:铝杯,其直径和高度均约 6~7 mm 或仪器制造商提供的类似大小的杯子。

B3 取样

从绝缘导线上切取适当数量的带导体试样,试样长约 4 mm,这样可得到 3~5 mg 的绝缘材料。

B4 仪器校准

B4.1 仪器使用之前,应按仪器制造商的说明书进行校准。使用分析纯钢作为温度基准材料。

B4.2 将 (2 ± 0.5) mg的分析纯钢放入一只铝杯内,用铝质盖盖住。在仪器内放入准备好的试样,参照用铝杯及盖。

如果必须清洁试样、铝杯及盖,可用石油醚或其他合适的溶剂清除污染物。

B4.3 以 1 K/min 的速度调节程序升温从 145°C 升到 165°C ,同时记录升温过程。

B4.4 按仪器制造商的使用说明书校准仪器以得到钢的第一级转化温度 156.6°C 。为了校准,应将钢的熔点 156.6°C 确定为基线的外推线与波峰起始线的外推线的相交点(见图 B1)。

B5 仪器准备

B5.1 打开氮气和氧气钢瓶的阀门。气体选择器开关置于氮气位置。用流量计调节流量达 (50 ± 5) mL/min。

B5.2 将按 B3 规定取成的电线试样装入铝杯(见 B4.2)。

B5.3 将制备好的装有电线试样放入仪器的试样杯内,空铝杯置于参照位置上。

注:可以任意选用铝质或不锈钢丝网束缚住试样,使它们与试样杯更好地接触。

B5.4 用氮气吹洗 5 min ,按要求检查流量并重复调节至 (50 ± 5) mL/min。

B5.5 将仪器置零点,将信号放大及将记录仪的灵敏度调节到相应于放热反应的记录笔的最大偏移。

B5.6 调节加热速率至 20 K/min 。

B6 试验步骤

B6.1 开始程序加热,记录升温过程。

B6.2 继续加热到规定的试验温度,控制在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 的范围,停止程序加热,使试样温度达到恒温。已确定在 $190\sim 200^\circ\text{C}$ 的温度范围对聚乙烯是恰当的。

一旦达到温度平衡(记录仪信号稳定)后,将吹洗气体切换成氧气,调节流量达 (50 ± 5) mL/min。在记录仪上标上这一点,并把这个氧气吹洗的转折点当作试验时间的起始时间(T_0)。

B6.3 继续此等温操作直到记录仪曲线上出现氧化放热后所达到的最大记录笔偏移(见图 B2)。

在每级放热情况下,则继续等温操作直到出现最大记录笔偏移。

B6.4 试验结束后,关闭记录仪,将气体选择器阀门切换成氮气。

B6.5 使仪器冷却到起始温度。

B6.6 在新试样上再重复进行4次全过程试验。这样获得总共5条温度曲线,每个试样都可任选采用新的参照铝杯进行试验。

B6.2和B6.3所述的步骤可以省略掉在氮气中预热这一步以简化操作。进行这种操作时,仪器的单元容器应在氧气中加热到所要求的温度。首先将参照杯置于单元容器内,然后一旦加热单元达到规定的试验温度时,再将放入试样的铝杯就位。相对应的这点作为起始时间(T_0)。

B7 计算

B7.1 沿时间的起点向外延伸基线至氧化放热处,再将放热所形成的曲线最陡的部分外推至与基线的延伸线相交(见图 B2)。

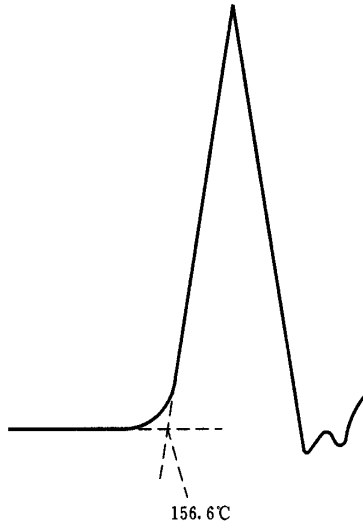
B7.2 测定氧化诱导期从时间的起点至实际最小时间间隔,不超过 1 min 。

B8 试验报告

B8.1 试样标志识别

B8.2 试验温度

B8.3 计算 5 次测定的 OIT 的平均值及标准偏差,单位为 min。



将波峰起始线的外推线与基线外推线的相交点定义为 156.6°C

图 B1 钢的熔融吸热图

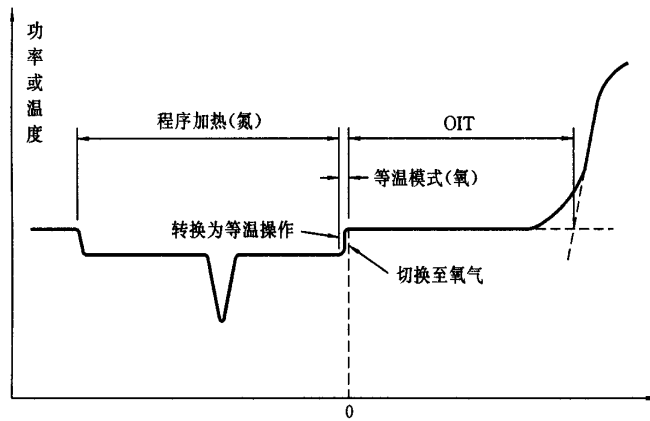


图 B2 从记录的时间-温度曲线上求取 OIT

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5部分:填充膏专用试验方法

第1节:滴点——油分离——低温脆性——总酸值

——腐蚀性——23℃时的介电常数

——23℃和100℃时的直流电阻率

GB/T 2951.10—1997
idt IEC 811-5-1:1990

Common test methods for insulating

and sheathing materials of electric cables

Part 5: Methods specific to filling compounds

Section one: Drop-point—Separation of oil—Lower temperature
brittleness—Total acid number—Absence of corrosive components

—Permittivity at 23℃—D. C. resistivity at 23℃ and 100℃

1 范围

GB/T 2951.10 规定了填充膏的滴点测定方法、油分离测定方法、低温脆性试验方法、总酸值测定方法、腐蚀性试验方法、23℃时介电常数测定方法、23℃和100℃时的直流电阻率测定方法等试验方法。

2 试验原则

本标准规定的任何试验要求都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通信电缆中的填充膏材料。

4 滴点

注:本试验的目的仅用于分类。

4.1 概述

滴点试验可用来确定一种填充膏可经受的最高温度而不完全液化或过度油分离。

4.2 方法 A(基准方法)

4.2.1 试验设备

——镀铬黄铜杯,尺寸如图1所示;

——耐热玻璃试管,内有三个凹槽以支撑镀铬黄铜杯,尺寸如图2所示;

——温度计,按摄氏度分度,分度准确至1℃,测温范围为-5~300℃。水银球长为10~15 mm,直径为5~6 mm(浸入部分为76 mm);

——400 mL 烧杯和适量油组成的油浴、环形架和支撑油浴的环、温度计夹子、两只图2所示的软木

塞、直径为 1.2~1.6 mm,长度为 150 mm 的抛光金属棒以及加热和搅拌油浴的合适装置。

4.2.2 试验步骤

在软木塞中插入一支温度计如图 2 所示,调整上面软木塞的位置使测温头的底端高于杯底 3 mm,装好仪器准备试验。将第 2 支温度计挂入油浴中使其测温头与试管中温度计的测温头大致在同一水平面上。

向镀铬黄铜杯大口中充入填充膏,直至充满。尽量小心避免使填充膏晃动,刮去多余的填充膏。此杯应垂直放置,其小口朝下,轻轻地按压金属棒使其伸出大口以上约 25 mm,向杯子的水平方向按压金属棒,使其与杯子的上下口边缘接触。保持这种状态使杯子绕其轴旋转,并同时使杯子沿金属棒下落直至穿过金属棒的下端。这种螺旋式运动将使填充膏粘附在金属棒上,而在杯子里留下一个圆锥形空穴,并且在杯内留下可重复产生几何形状的填充膏层。

将黄铜杯和温度计装在试管里,再将试管悬挂在油浴中,油面距试管口边缘不超过 6 mm。如适当调整试管中放置温度计的软木塞,可使温度计上 76 mm 浸没标记与软木塞底边齐平。装配试件应浸到此点。

搅拌油浴并以 4~7 K/min 的速度加热。直到油浴温度比预计的填充膏滴点低约 17℃时降低加热速率,使油浴温度再增加 2.5 K 之前,试管温度比油温低 2℃及以下。

继续加热油浴,其速率应保持试管温度与油浴温度之差为 1~2℃。当油浴以大约 1~1.5K/min 的速率加热时,就可达到此要求。随着温度增加,填充膏将逐渐从杯子的小孔流出。当第一滴试样滴下时,记录下两个温度计的温度值。

4.2.3 试验结果评定

两个温度计的温度值的平均值为填充膏的滴点。

4.3 方法 B

4.3.1 试验设备

一个符合图 3 所示尺寸的镀铬黄铜杯,杯子也可以用其他不受被测填充膏影响的合适的金属制成。杯子顶部和试管底部的开口应光滑,互相平行,且与杯子轴线垂直,杯子大口部分的下部为近似半球形,且具有一定的内部深度,使得当一直径为 7.0 mm 的钢球放入杯内后钢球顶部与试管底部开口相距 (12.2 ± 0.15) mm。开口底部边缘应无凹槽和圆角。

一个固定温度计的圆柱形金属套和与金属套螺旋连接的金属盒,尺寸如图 4 和图 5 所示。将金属套固定在温度计上,使得金属盒旋到此金属套后,温度计的测温头底部低于搁止环口 (8.0 ± 0.1) mm,温度计杆与金属套及金属盒同轴。温度计用适合其温度范围的水泥与金属套固定住。

温度计以摄氏温度分度,范围为 20~120℃,刻度精确至 1℃,测温头最大长度为 6 mm,直径为 3.35~3.65 mm(浸入部分为 100 mm)。

耐热玻璃试管,长为 (110 ± 2) mm,内径为 (25 ± 1) mm。

足够大的烧杯,可让试管垂直浸入加热介质中达三分之二的长度,并且距离烧杯底 25 mm。用搅拌器搅拌以保证整个油浴温度均匀一致。

用试样架夹住试管及油浴温度计并支撑烧杯置于加热源上。

煤气喷灯,能以一定速率加热液浴。

注:对滴点 80℃以下的填充膏,推荐以水作为加热介质;对滴点高于 80℃的填充膏,推荐以甘油或轻油作为加热介质。

4.3.2 试验步骤

用刮刀将填充膏填满黄铜杯并刮去多余部分,仔细地去除气泡,但不能使填充膏熔化。

将杯子推入金属盒中到不能动为止,避免横向移动。刮去从杯子底部挤出的多余填充膏。注意不要使金属盒侧面的小孔被堵住,装上温度计及相配的黄铜杯,使其处于试管中心位置穿过有边齿的软木塞中心孔,使黄铜杯底部高于试管底部 (25 ± 1.0) mm,然后,将试管垂直地置于盛液体加热介质的烧杯

中,使其三分之二的长度浸没,试管底部应高于烧杯底部 25 mm,如图 6 所示。

加热液浴并不断搅拌,在温度到试样滴点以下 20℃时用滴点温度计指示以 1 K/min 的速率升温。记录下从杯中滴出第一滴试样时的温度,而不论其组分如何。或者记录下形成连续流体到达试管底部时的温度。

4.3.3 试验结果评定

记录到的滴点温度计的温度即为填充膏的滴点,精确到 1.0℃。

5 油分离

5.1 概述

本试验用来测定填充膏在 50℃下的油分离量。

5.2 试验设备

直角形箱体,由两个矩形盒组成,尺寸如图 7 所示,其加工的表面光洁度要求使分离的油流动时不会受阻。

5.3 试验步骤

将填充膏加热到透明状态,并搅拌均匀。将熔化的填充膏填满直角形箱体中的一个盒体。然后放入预热至 100℃的烘箱内,然后将烘箱门打开使其冷却到室温。

至少冷却 24 h 后,将直角箱体翻转 90°,再将烘箱加热到(50±2)℃,保持 24 h。加热结束从烘箱内取出直角箱体进行检测。

5.4 试验结果评定

分离的油应不扩展到直角箱体未放填充膏盒体的中心 5 mm 范围外(不考虑沿盒体边缘油的渗出)。

6 低温脆化

6.1 概述

本试验用来检验填充膏与电缆其他元件间的粘合性。

注:本方法不适用于滴点高于 80℃的填充膏。

6.2 试验设备

尺寸为 170 mm×14 mm×0.9 mm 的铝合金片。

尺寸为 160 mm×160 mm×1 mm 的黄铜型板,上有一个 100 mm×10 mm 的长方形开口,并有防止铅片移动的定位边。

6.3 试验步骤

用钢丝刷清洁每个铝合金片,并置于平的底板上,然后将黄铜型板放在铝合金片上面,使其对称地覆盖铝合金片的长度方向边缘,被试填充膏在室温下刮到黄铜型板的开口处,用加热的刮刀或其他合适的工具将多余的填充膏刮去,然后移去黄铜型板。

按上述方法制备十个试样条。

将试样置于室温下处理 16 h,然后冷却到(-10±1)℃至少 1 h。应立即将每个试样在固定于水平位置的金属试轴上螺旋状缠绕。金属试轴的直径为 10 mm,并已预冷到-10℃。缠绕速率约每秒一圈。

应以正常或矫正视力而不用放大镜检查每个试样有无开裂。

6.4 试验结果评定

10 个试样中应不超过 2 个试样有裂纹,若有 2 个以上试样不合格,试验应重复进行一次。

注:填充膏边角有轻微脱开是允许的。

7 酸值

7.1 概述

本试验用来检验填充膏的腐蚀性组分。

总酸值定义为滴定 1 g 试样中全部酸的组分所需的氢氧化钾(KOH)的碱量,以 mg 计。

7.2 试验设备

50 mL 滴定管一支,最小分度为 0.1 mL;或者 10 mL 滴定管一支,最小度为 0.05 mL。

7.3 试剂

试剂应为确认的分析纯级,整个过程中均应使用蒸馏水。

7.3.1 氢氧化钾无水异丙醇标准溶液(0.1N)

在一个盛有大约 1 L 无水异丙醇(含水量低于 0.9%)的锥形烧瓶中加入 6 g 固体 KOH。缓缓地煮沸溶液 10~15 min,不断地搅拌以防止 KOH 在瓶底结块,加入至少 2 g 氢氧化钡[Ba(OH)₂],再缓缓地煮沸溶液 5~10 min,冷却至室温并静置数小时,然后用细的烧结玻璃或陶瓷漏斗过滤上层清液。过滤时应避免将溶液过多地暴露于二氧化碳中,将此试液盛放在耐化学腐蚀的试剂瓶中,不要与软木塞,橡皮或可皂化的润滑剂接触,并用含纯碱、石灰或碱性石棉的保护套防护。试液应足够进行多次标定,最好用酚酞判别终点,对 100 mL 无 CO₂ 的水中的纯苯二甲酸钾滴定以便能检测出 0.000 5 N 的变化。

注

1 为简化计算,可调整标准 KOH 溶液使其 1.00 mL 等价于 5.00 mg KOH。

2 NaOH 可代替 KOH。

7.3.2 对-萘酚苯(p-Naphtholbenzein)指示剂溶液

按 7.3.3 条规定的滴定液中溶解 10 g/L 对萘酚苯。

对-萘酚苯应符合附录 A 规定。

7.3.3 滴定液

在 495 mL 无水异丙醇中加进 500 mL 甲苯和 5 mL 水。

7.4 试验步骤

将约 25 g 填充膏试样(称重精确到 0.1 g)加入到 250 mL 锥形烧瓶中,加入 100 mL 滴定液及 0.5 mL 指示剂溶液,不停地摇动,使试样完全溶于滴定液中。在低于 30℃ 的温度下立即滴定。逐渐加入 0.1 N KOH 溶液,尽可能摇动使 KOH 分散。近终点时,剧烈摇动烧瓶,但要避免将二氧化碳(CO₂)溶于滴定液中。

若溶液颜色改变持续 15 s 或用两滴 0.1 N HCl 可使其颜色反变化时,可认为已达到滴定终点。

注:当为酸性填充膏时,从橙色变为绿色或棕绿色时,认为达到终点。

进行一次空白滴定,在 100 mL 滴定液和 0.5 mL 指示剂溶液中以 0.05 mL 或 0.1 mL 为增量加入 0.1 N KOH 溶液,记录达到终点(由橙色变为绿色)所需的 0.1 N KOH 溶液的量。

7.5 计算

总酸值按下式计算:

$$\text{总酸值,每克溶液所需 KOH 的毫克数} = \frac{(A - B)N \times 56.1}{W}$$

式中: A——滴定试样所需的 KOH, mL;

B——空白滴定所需的 KOH, mL;

N——KOH 液当量浓度;

W——所用试样克数, g。

8 腐蚀性

8.1 概述

本方法用于指出填充膏与电缆金属部分接触时的作用。

8.2 试验设备

一片厚度不小于 0.5 mm, 纯度至少为 99.5% 的铝带, 切成 50 mm 长, 20 mm 宽的小片;

一片厚度不小于 0.5 mm 的工业冷轧铜带, 切成 50 mm 长, 20 mm 宽的小片。

注: 通常用的铜有三个等级: 高导电铜, 磷化还原铜和无氧高导电铜, 其结果类似。

8.3 试验步骤

将铜片两面抛光以获得无缺陷的均匀光洁表面, 用乙醚清洗此片使其干燥, 进一步操作时用清洁的镊子。

将在 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下预热的约 120 g 填充膏放入至少 200 mL 容积的高型玻璃烧杯中。将制备好的铝片和铜片完全浸入填充膏, 金属片之间不应互相接触, 也不应与烧杯壁接触, 然后将此烧杯放入 $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ 烘箱内保持 14 天。

烧杯在烘箱中到规定时间后取出, 使其冷却到室温。取出金属片, 擦去多余的填充膏, 先用石油醚清洗, 再用乙醚清洗。

用正常或矫正视力而不用放大镜检查金属片表面是否有侵蚀, 锈斑或变色。

8.4 试验结果评定

金属片应显示无腐蚀。

9 23°C时的介电常数

9.1 概述

本试验用来测定填充膏的相对介电常数

本试验方法应与 IEC 247 规定有三电极试验杯测试方法一致。

9.2 对 IEC 247 方法有补充

将填充膏加热到透明点, 并倒入已预热到相同温度的电极杯内, 注意避免气泡进入电极。

试验应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下进行。

10 23°C和 100°C时的直流电阻率

10.1 概述

本试验用来测定填充膏在一定温度范围内的直流电阻率。

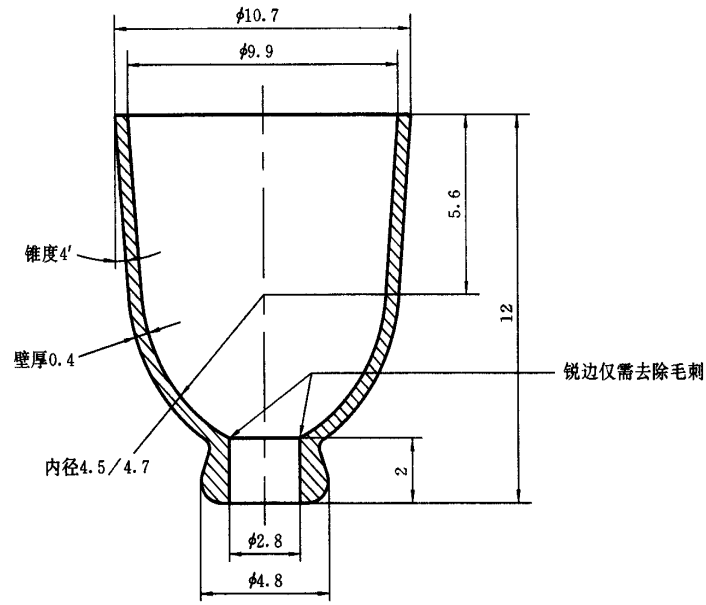
本试验方法应与 IEC 247 规定的三电极杯测试方法一致。

10.2 对 IEC 247 方法的补充

应按 9.2 条的方法充入填充膏。

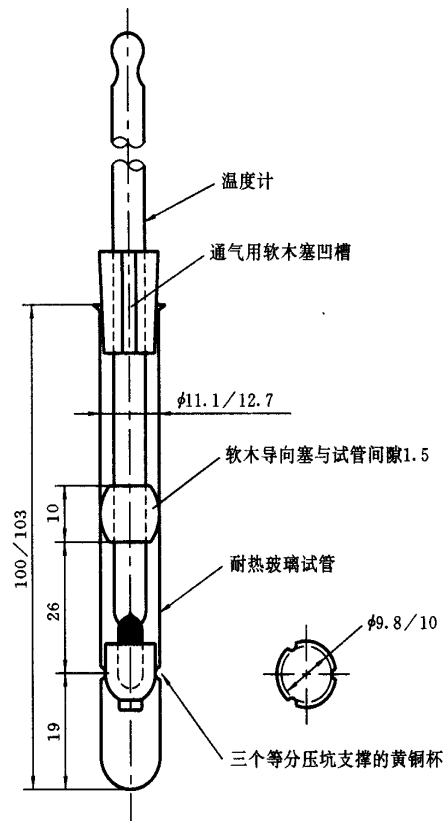
试验应在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和 $(100 \pm 3)^\circ\text{C}$ 温度下进行。

试验电压为直流 100 V。



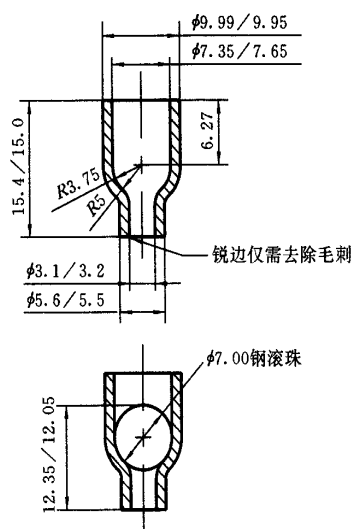
尺寸单位: mm

图 1 杯



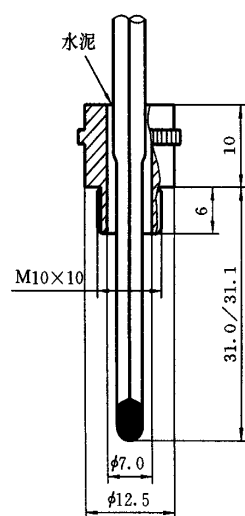
尺寸单位: mm

图 2 仪器装配图



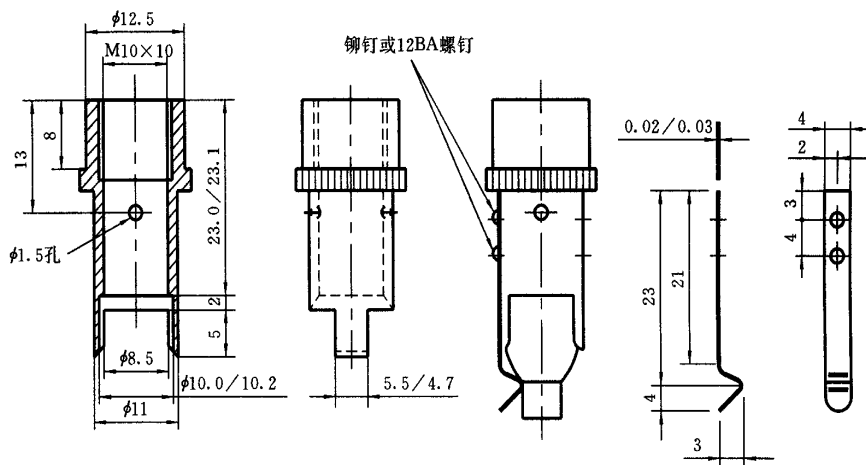
尺寸单位:mm

图3 杯



尺寸单位:mm

图4 温度计和金属套



尺寸单位:mm

图5 金属盒体

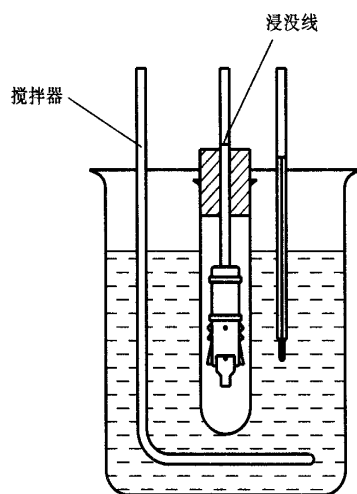
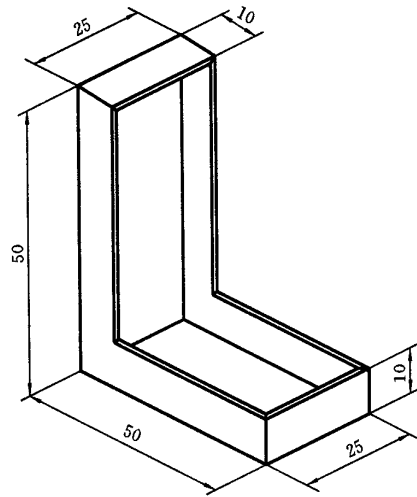


图6 仪器装配图



尺寸单位:mm

图7 带两垂直盒体的直角箱体

附 录 A

(提示的附录)

对-萘酚苯偶姻的技术规范

A1 外观

对-萘酚苯应为红色无定形粉末。

A2 氯化物

氯化物含量应低于 0.5%。

A3 可溶性

10 g 对-萘酚苯应完全溶解在 1 L 按 7.3.3 条规定的滴定液中。

A4 最小吸收系数

将 0.100 0 g 试样溶解于 250 mL 甲醇中,用 pH 值为 12 的缓冲剂将 5 mL 的该溶液稀释成 100 mL。此最终的稀释液在 Beckmann DU 或其他替代类型的分光光度计上以 1 cm 样品杯和水为空白试样,在 6.50 μm 峰处读取的最小吸收值应为 1.20。

A5 pH 范围

当用 7.3.2 条规定的对-萘酚苯偶姻指示剂的 pH 值范围的方法测试时,指示剂应在 pH 为 11 ± 0.5 时变为清晰的绿色。

在空白试样中加入不超过 0.5 mL 的 0.01 N KOH,应使指示剂溶液变为清晰的绿色,在空白试样中加入不超过 1.0 mL 的 0.01 N KOH 时,应使指示剂溶液变为蓝色。

指示剂溶液的初始 pH 值至少与空白试样一样高。
