



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.12—2008/IEC 60811-1-2:1985  
代替 GB/T 2951.2—1997

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备

www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

## 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

Common test methods for insulating and sheathing materials  
of electric and optical cables—  
Part 12: Methods for general application—Thermal ageing methods

(IEC 60811-1-2:1985, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中华人民共和国  
国家标准  
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 2951.12—2008/IEC 60811-1-2:1985

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 19 千字  
2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-33423

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 12 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-1-2:1985《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1-2 部分：通用试验方法——热老化试验方法》及其 A1:1989“第 1 号修改单”和 A2:2000“第 2 号修改单”(英文版)。

考虑到我国国情和便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 12 部分”代替“第 1-2 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分在 IEC 60811-1-2 原文第 1 章和第 3 章未与 IEC 60811-1-2 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”；
- 本部分按 2000 年以后更新版本的 IEC 60811 其他部分出版物文本编排方式在第 1 章中增加第 1.1“规范性引用文件”,将 IEC 60811-1-2 原文在前言中列出的引用文件移入本条,并引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分删除了 IEC 60811-1-2 原文中说明 IEC 60811 所有部分与已被其代替而撤消的 IEC 538 和 IEC 540 出版物对应关系的附录 A。

本部分代替 GB/T 2951.2—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.2—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改为：“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”；
- 与标准名称相对应,标准英文名称改为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 12: Methods for general application—Thermal ageing methods”；

- 第1章“配电用电缆和通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶和近海用电缆和光缆”(1997版的第1章;本版的第1章);
- 第1章中增加1.1“规范性引用文件”(1997版的第1章;本版的第1章);
- 第3章“适用范围”增加“光缆”(1997版的第3章;本版的第3章);
- 8.1.2删除了“烘箱内不应使用鼓风机”,增加了“除在产品标准中另有规定外,橡皮材料老化试验时允许使用带有旋转鼓风机的烘箱。对于其他材料,老化试验的烘箱不允许带有鼓风机。有疑问时,橡皮材料也应在鼓风机不工作的状态下进行试验。”(1997版的8.1.2;本版的8.1.2);
- 将8.1.3.1第五段中“组分实质上……”改为“组分明显……”,并增加了“在同一烘箱中”(1997版的8.1.3.1;本版的8.1.3.1);
- 8.1.3.3修改为分列的“a)”项和“b)”项(1997版的8.1.3.3;本版的8.1.3.3);
- 表1增加了表的标题,还增加了第5种和第6种导体的绝缘线芯老化试验方法的概述内容(1997版的表1;本版的表1);
- 8.4.1 b)项公式的式注中“ $C_p$ ——常压下空气的比热”的单位由“1.003 J/g”改为“(J·g<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>)”(1997版的8.4.1;本版的8.4.1)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2951.2—1997;
- GB 2951.7—1982、GB/T 2951.7—1994、GB 2951.8—1983、GB/T 2951.8—1994、GB 2951.9—1983、GB/T 2951.9—1994。

# 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

#### 1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了热老化试验方法。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)。

##### 1.1 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

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:聚氯乙烯混合物料专用试验方法——失重试验——热稳定性试验(IEC 60811-3-2:1985, IDT)

#### 2 试验原则

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

#### 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,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) 对制备好的试件(见 8.1.3);
- b) 对成品电缆试样(见 8.1.4);
- c) 对失重试验(见 GB/T 2951.32—2008)。

老化试验 a) 和失重试验 c) 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,见 8.4。

除在产品标准中另有规定外,橡皮材料老化试验时允许使用带有旋转鼓风机的烘箱。对于其他材料,老化试验的烘箱不允许带有鼓风机。有疑问时,橡皮材料也应在鼓风机不工作的状态下进行试验。

#### 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 2951.11—2008 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。

若有任何要用于失重试验的试件,则这些试件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。

组分明显不同的材料不应同时在同一个烘箱中进行试验。

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 2951.11—2008 第 9.1.7 对绝缘和护套进行拉力试验。

##### 8.1.3.2 带导体绝缘线芯试件的老化

a) 如果老化后导体和隔离层(若有)能从绝缘上取出而不损伤绝缘,则试验步骤规定为: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(见 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.3)。将这些样段按 8.1.3.1 规定进行老化,老化后取出导体,试件按照 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.4 的 b) 项测量其截面积。然后按照 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 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(若有)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℃EPR 或 90℃XLPE 绝缘线芯。

表 1 由于老化后导体上绝缘或隔离层粘结使得制备试件有困难时,绝缘线芯的老化试验方法概述

铜导体的种类和导体的形状	试验方法
第 1 种:无镀层铜导体	见 8.1.3.3 中 a) 项,如果这种方法也产生了粘结问题,则见 8.1.3.4。在有争议的情况下,老化试验后应进行卷绕试验
第 1 种:金属镀层导体或在导体外有隔离层	见 8.1.3.4
第 2 种:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成,导体外带有隔离层或没有隔离层的 16 mm <sup>2</sup> 及以下圆形铜导体	见 8.1.3.4
第 2 种:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成 16 mm <sup>2</sup> 以上圆形或成型导体	见 8.1.3.5
第 5 种和第 6 种:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成,导体外带有隔离层或没有隔离层的 16 mm <sup>2</sup> 及以下铜导体	见 8.1.3.3b) 项,如果这种方法也产生了粘结问题,则见 8.1.3.4。在有争议的情况下,老化试验后进行卷绕试验
第 5 种和第 6 种:由无镀层单线或金属镀层单线绞合而成 16 mm <sup>2</sup> 以上铜导体	见 8.1.3.5
注:在卷绕试验时(见 8.1.3.4),老化条件可以与测定拉伸性能要求的条件不一样(见 8.1.3.2 和 8.1.3.3);应见有关电缆产品标准。	

#### 8.1.3.3 带缩减(小)导体的管状试件的老化

##### a) 缩小直径的实心无镀层导体

按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.3 的 b) 项制备 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% 及以下的无镀层实芯导体。该导体可以通过拉伸原导体的方式获得或者直接用一根满足上述小直径要求的导体。

将这些试件按 8.1.3.1 规定进行老化,老化后将导体从管状试件中抽出。按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.4 测量管状试件的截面积,然后按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 进行拉力试验。

##### b) 减少单丝数量的第 5 种和第 6 种导体

按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.3 的 b) 项制备 5 个试件。将试件中的约 30% 导体单丝抽出,或者将约 70% 的导体单丝重新插入管状试件中。

将这些试件按 8.1.3.1 规定进行老化,老化后将导体从管状试件中抽出。按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.4 测量管状试件的截面积,然后按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 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) 取样和试件制备

从每一被试绝缘线芯上取两个适当长度的试件,试件尽可能靠近老化前拉力试验用试样处截取(见 GB/T 2951.11—2008)。

##### b) 老化步骤

试件应大致悬挂在烘箱的中部,使每个试件与相邻试样之间的间距至少为 20 mm,试件两端应撑住,并且其绝缘不应与其他物体接触。试件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。

##### c) 卷绕试验

老化试验结束后即从烘箱中取出试件,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 2951.14—2008 的 8.1.3 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 <sup>2</sup>	系数 <i>f</i>	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件进行检验,用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查时,两个绝缘试件均应无任何裂纹。试棒上的第一圈和最后一圈试件上的任何裂纹应忽略不计。

8.1.3.5 特殊方法制备的绝缘线芯试件的老化

a) 取样和试件制备

从每一被试绝缘线芯上取 3 个约 200 mm 长的试样,应尽可能在靠近老化前拉力试验用试样处截取(见 GB/T 2951.11—2008)。

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,并在试件的中间和离端部约 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 mm<sup>2</sup>)的绝缘线芯可沿导体轴线将绝缘对半切开。

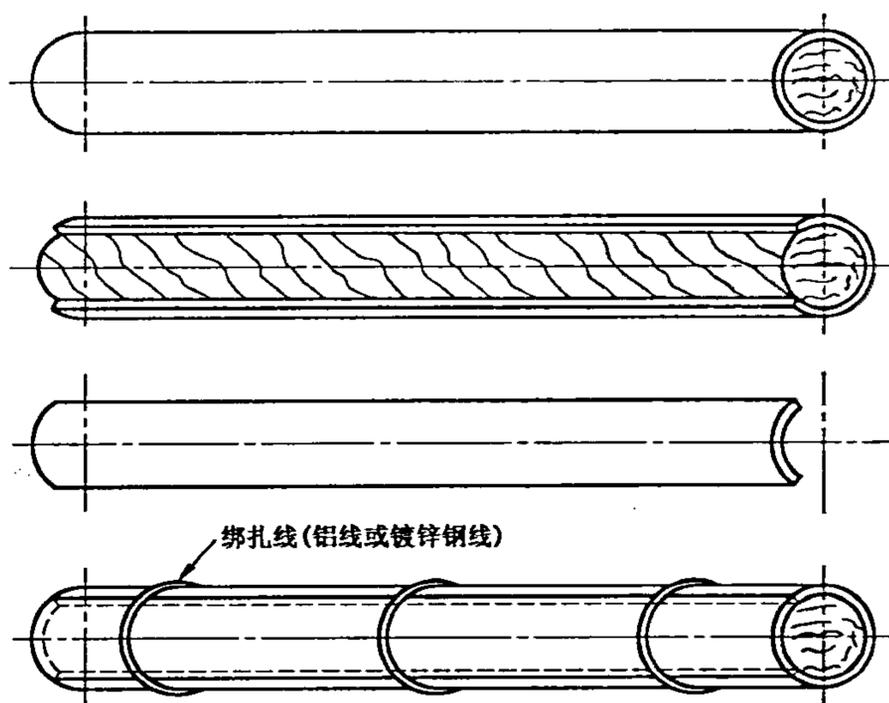


图 1

b) 老化步骤

用特殊方法制备的试件应悬挂在烘箱中部,使得每个试件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,试件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件,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 2951.11—2008 中 9.1.3 在每个试样上制备两个哑铃试件,如图 2 所示。试件的截面积按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.4 规定测量。

然后按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 进行拉力试验。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

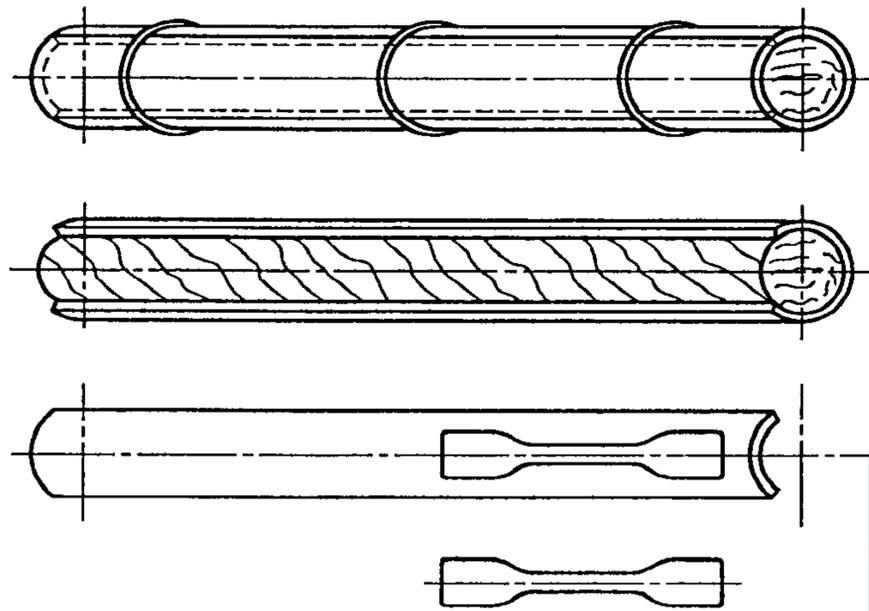


图 2

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

#### 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(见 GB/T 2951.11—2008)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 2951.11—2008 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,则该边所除去的材料应尽可能少,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 2951.11—2008 第 9 章进行拉力试验。

#### 8.2 空气弹老化

将 GB/T 2951.11—2008 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空气弹老化试验。

空气弹应充满无油无潮气的空气,压力为 $(0.55 \pm 0.02)$  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件,置于环境温度下至少 16 h,避免阳光直接照射。

按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 规定进行拉力试验。

#### 8.3 氧弹老化

将 GB/T 2951.11—2008 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氧弹试验。

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

然后从氧弹中取试件,置于环境温度下至少 16 h,避免阳光直接照射。

按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 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,以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,来测定流过烘箱的空气流量。开着气门的烘箱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:

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

$$V = \frac{3\,600m}{d}$$

式中:

$C_p$ ——常压下空气的比热,单位为焦耳每克开尔文( $Jg^{-1}K^{-1}$ );

$t_1$ ——室温,单位为摄氏度(°C);

$t_2$ ——烘箱温度,单位为摄氏度(°C);

$P_1 - P_2$ ——功率损耗差,按上述规定;

$m$ ——空气质量,单位为克每秒(g/s);

$V$ ——空气体积,单位为升每小时(L/h);

$d$ ——试验时实验室内空气密度,单位为克每升(g/L)。

注: 20 °C 和 760 mmHg 时空气密度为 1.205 g/L。

因此:

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

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。烘箱门的接缝以胶粘带密封,所有的气孔(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批示器。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 和 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能性:

- 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。

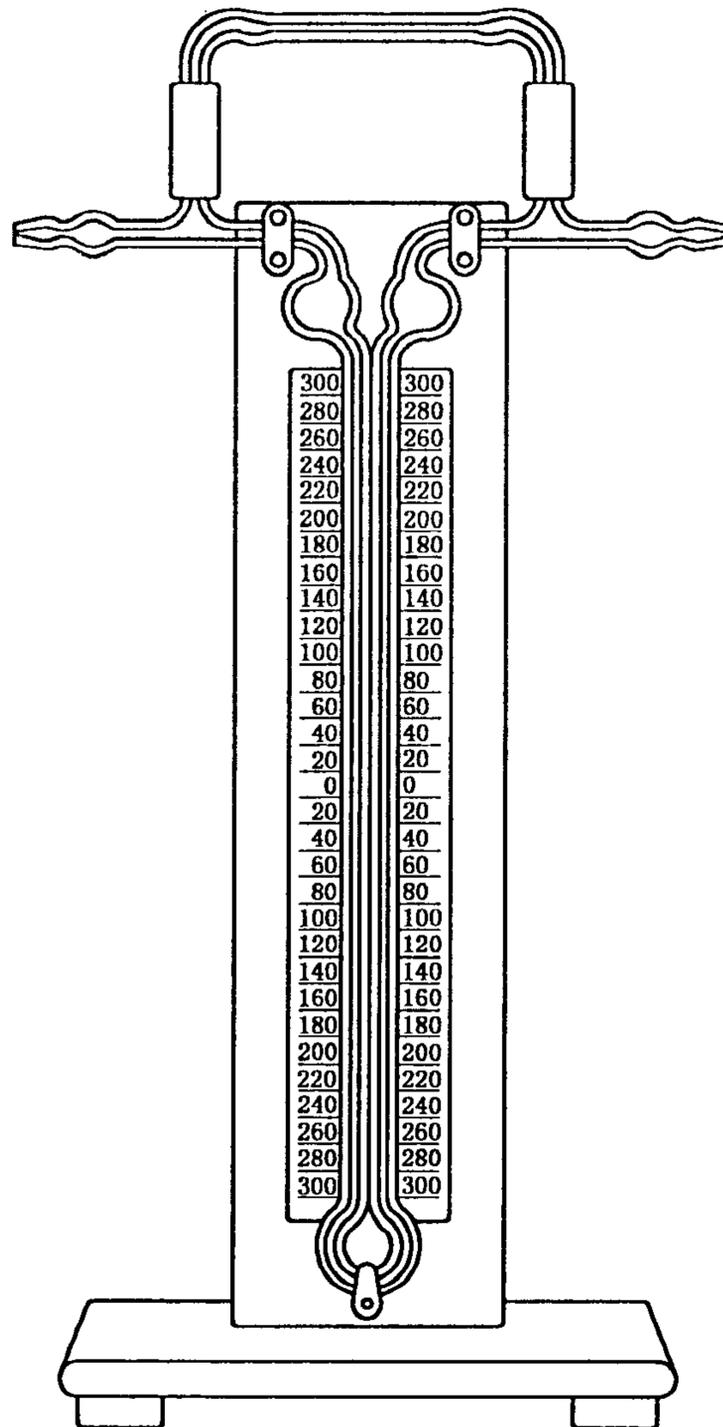


图 3 方法 2 中控制烘箱空气流量用的流量计

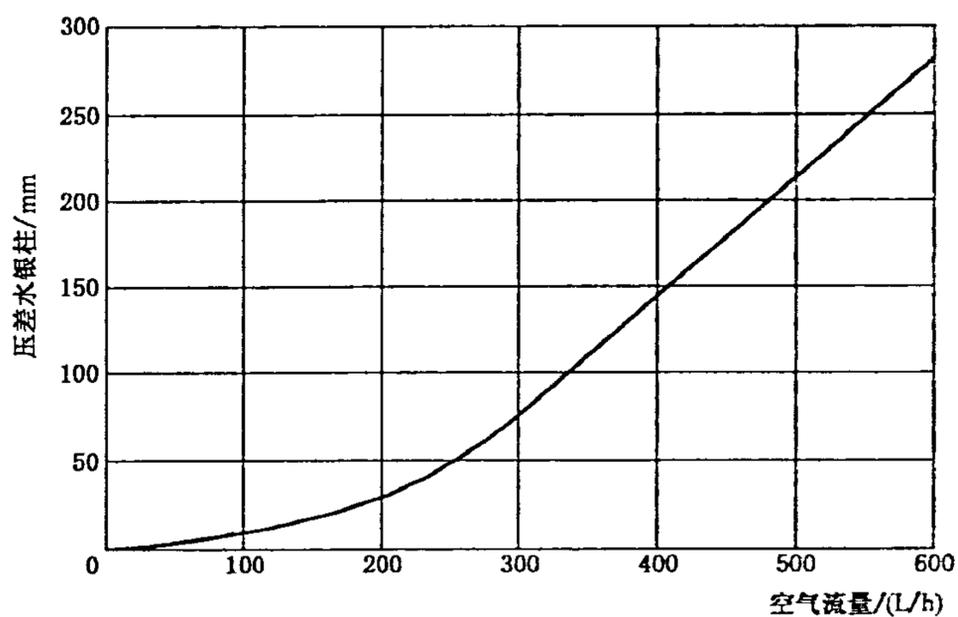


图 4 方法 2 中控制空气流量用流量计的毛细管校正曲线(毛细管  $d=2\text{ mm}$ ,  $l=70\text{ mm}$ )

\_\_\_\_\_



GB/T 2951.12-2008

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-33423



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.13—2008/IEC 60811-1-3:2001  
代替 GB/T 2951.3—1997

## 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

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 13: Methods for general application—  
Measurement for determining the density—  
Water absorption tests—Shrinkage test

(IEC 60811-1-3:2001, IDT)

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 13 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-1-3:2001《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1-3 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验》(英文版)。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 13 部分”代替“第 1-3 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分在 IEC 60811-1-3 原文第 1 章和第 3 章未与 IEC 60811-1-3 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”。

本部分代替 GB/T 2951.3—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.3—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改为：“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”；
- 与标准名称相对应，标准英文名称改为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 13: Methods for general application—Measurement for determining the density—Water absorption tests—Shrinkage test”；
- 第 1 章“配用电缆及通信电缆，包括船用电缆”，改为“配电及通信用缆和光缆，包括船舶和近海用电缆和光缆”(1997 版的第 1 章；本版的第 1 章)；
- 第 3 章“适用范围”增加“光缆”(1997 版的第 3 章；本版的第 3 章)；
- 8.1.1 的条文标题中“器材”改为“材料和设备”，c)项增加了“或去离子水”，f)项“23℃”改为“(23.0±0.1)℃”(1997 版的 8.1.1；本版的 8.1.1)；

- 8.1.2.2 温度由“(23.0±0.1)℃”改为“(23.0±0.5)℃”，试液用水增加了“或去离子水”（1997版的8.1.2.2；本版的8.1.2.2）；
- 8.2.1 试验设备增加了“试液”一项（1997版的8.2.1；本版的8.2.1）；
- 8.3“表观质量方法（浸渍法）”为新增内容，前版的8.3修订后改为8.4（1997版的8.3；本版的8.3和8.4）；
- 9.2.2的a)项试液用水增加了“或去离子水”（1997版的9.2.2；本版的9.2.2）。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：上海电缆研究所。

本部分主要起草人：李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 2951.3—1997；
- GB/T 2951.19—1994、GB/T 2951.20—1994、GB 2951.29—1983、GB/T 2951.29—1994、GB 2951.30—1983、GB 2951.30—1994、GB 2951.33—1983、GB/T 2951.33—1994。

# 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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

### 1 范围

GB/T 2951 规定了配电网及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了密度测定方法、吸水试验方法和收缩试验方法。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)。

#### 1.1 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

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

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

### 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。

如果试验是在环境温度下进行,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。

### 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 试验材料和设备

- a) 密度小于 1 g/mL 的分析级乙醇(酒精)或其他合适的试液;
- b) 密度大于等于 1 g/mL 的氯化锌溶液;
- c) 蒸馏水或去离子水;
- d) 混合量筒;
- e) 恒温器;
- f) 在(23.0±0.1)℃校正过的比重计;
- g) 0.1℃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(1~2)mm 的小块,将试样放入试液中使其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(23.0±0.5)℃温度下,将 3 块试样放入试液中,避免形成气泡,然后将蒸馏水或去离子水加到试液中,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:也可以采用 ISO 1183:1987 规定的比重法。

### 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;
- 试液(96%的酒精)。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

#### 8.2.2 试样

从绝缘和护套上切取试样,试样质(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±2)℃温度下。

#### 8.2.4 测量步骤

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±0.5)℃,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±0.5)℃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:

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

式中:

$m$ ——试样质量,单位为克(g);

$m_1$ ——注满比重瓶所需的试液质量,单位为克(g);

$m_2$ ——装有试样时,注满比重瓶所需的试液质量,单位为克(g);

$d$ ——23℃时含量为96%的酒精试液的密度, $d=0.7988\text{ g/mL}$ 。

### 8.3 表观质量方法(浸渍法)

#### 8.3.1 试验设备

本方法使用的试验设备包括:

——精度为0.1 mg,适于测量悬挂试样的分析天平;

——液体浴;

——试液:去离子水(或蒸馏水)或96%的酒精。

#### 8.3.2 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一块或几小块;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。

#### 8.3.3 预处理

试样应保存在(23±2)℃温度下。

#### 8.3.4 试验步骤

首先将试样在空气中称重。再将试样固定在合适的吊钩上,将带有试样的吊钩悬挂在天平上,随后将试样浸入(23±5)℃蒸馏水或去离子水中(如果密度小于1 g/mL,用96%的酒精试液)称得试样的表观质量。应注意称重前将试样全部浸入试液,避免在试样表面产生气泡。必要时可用少量的表面活性剂以消除试样表面的气泡。

应对记录的质量进行修正,减去空吊钩浸入试液中的质量。

#### 8.3.5 计算

绝缘和护套的密度(克/毫升)可按下式计算:

$$23\text{℃时的密度} = \frac{m}{m - m_a}$$

式中:

$m$ ——试样在空气中的质量,单位为克(g);

$m_a$ ——试样在水中的表观质量,单位为克(g)。

注:当试液用水时,水的密度设为1.0 g/mL。如果用96%的酒精试液,则 $m_a$ 的质量要用酒精的密度(23℃时为0.7988 g/mL)来修正。

### 8.4 对含填充物的聚乙烯(PE)的修正

防老化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。

$$\delta = \frac{m \times \delta_c \times \delta_f}{m_c \times \delta_f - m_f \times \delta_c}$$

式中:

$\delta$ ——PE的密度(修正值),单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

$\delta_c$ ——PE料的测量密度,单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

$\delta_f$ ——添加剂或填充料的密度(测量值),单位为克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>);

$m$ ——PE料的质量( $m_c$ 与 $m_f$ 之差),单位为克(g);

$m_c$ ——PE料的质量(测量值),单位为克(g);

$m_f$ ——填充料的质量(测量值),单位为克(g)。

含炭黑的材料应用下述简化公式进行修正：

$$\delta = \delta_c - 0.0045 \times C_B$$

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

- a) 交流或直流电压源；
- b) 电压表；
- c) 带加热装置的水浴。

#### 9.1.2 试样制备

从电缆试样上切取约 3 m 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 1 h 后，在导体和水之间施加交流电压 4 kV，保持 5 min。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。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

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<sup>2</sup> 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) 9.2.1 中 a)项规定的试样

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660 Pa(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或去离子水。

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,则应为导体最高温度减去 $5^\circ\text{C}$ ,但不超过 $90^\circ\text{C}$ 。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 $M_2$ ,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) 9.2.1 中 b)项规定的试样

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,则温度为导体最高温度减去 $5^\circ\text{C}$ ,但不大于 $90^\circ\text{C}$ 。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 $\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

##### 1) 如果最终质量 $M_3$ 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)项规定的试样, $A$ 是试样250 mm长浸水部分的表面积,以平方厘米( $\text{cm}^2$ )为单位;对于9.2.1 b)项规定的试样, $A$ 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 L mm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

除粘附的挤包导电屏蔽层(若有)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,精确到 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 的规定测量最后的长度( $L_2$ )。

### 11.5 试验结果表示方法

收缩率( $\Delta L$ )按下式计算:

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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
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 2951.13—2008/IEC 60811-1-3:2001

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字

2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-33420

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.13-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.14—2008/IEC 60811-1-4:1985  
代替 GB/T 2951.4—1997

## 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

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 14: Methods for general application—Test at low temperature

(IEC 60811-1-4:1985, IDT)

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备

www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中华人民共和国  
国家标准  
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 2951.14—2008/IEC 60811-1-4:1985

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 18 千字

2008 年 9 月第一版 2008 年 9 月第一次印刷

\*

书号: 155066 · 1-33424

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 14 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-1-4:1985《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1-4 部分：通用试验方法——低温试验》及其 A1:1993“第 1 号修改单”和 A2:2001“第 2 号修改单”(英文版)。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 14 部分”代替“第 1-4 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分在 IEC 60811-1-4 原文第 1 章和第 3 章未与 IEC 60811-1-4 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”；
- 本部分按 2000 年以后更新版本的 IEC 60811 其他部分出版物文本编排方式在第 1 章中增加第 1.1“规范性引用文件”，将 IEC 60811-1-4 原文在前言中列出的引用文件移入本条，并引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分删除了 IEC 60811-1-4 原文中说明 IEC 60811 所有部分与已被其代替而撤消的 IEC 538 和 IEC 540 出版物对应关系的附录 A。

本部分代替 GB/T 2951.4—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.4—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改为：“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”；
- 与标准名称相对应，标准英文名称改变为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 14:Methods for general application—Test at low temperature”；

- 第1章“配电用电缆和通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶和近海用电缆和光缆”(1997版的第1章;本版的第1章);
- 第3章“适用范围”增加“光缆”(1997版的第3章;本版的第3章);
- 第8.1.3条中将“低温箱”改为“合适的低温箱”(1997版的第8.1.3条;本版的第8.1.3条);
- 第8.4.3条增加了“对于聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)材料,只能削平,不能磨平。”(1997版的第8.4.3条;本版的第8.4.3条);
- 第8.5.3条中将“低温箱”改为“合适的低温箱”(1997版的第8.5.3条;本版的第8.5.3条);
- 第8.5.5条中将“低温箱”改为“合适的低温箱”,并增加了关于热水温度的“注”(1997版的第8.5.5条;本版的第8.5.5条)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2951.4—1997;
- GB 2951.12—1982、GB/T 2951.12—1994、GB 2951.13—1982、GB/T 2951.13—1994、GB 2951.14—1982、GB/T 2951.14—1994。

# 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

### 1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了低温试验方法,适用于电线、电缆和光缆的聚氯乙烯和聚乙烯绝缘和护套材料。

#### 1.1 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

### 2 试验原则

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

### 5 预处理

所有的试验应在绝缘和护套材料挤出或硫化(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 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 试验设备

本试验推荐采用的试验设备如图 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 所示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合适的低温箱内。

#### 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合适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。

规定的冷却时间结束后,应按 8.1.5 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

试验温度应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。

试棒应以约每 5 s 转一圈的速率匀速旋转,卷绕圈数应按表 1 规定:

表 1

试样外径 $d$ /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 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 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 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 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 规定的低温卷绕试验的绝缘线芯的绝缘。

### 8.3.2 试样

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)剥去后,沿轴向切开绝缘,然后取出导体和内半导体层(若有)。

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,磨平时应注意避免过热。切削机示例参见 GB/T 2951.11—2008 的附录 A,聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)绝缘只能削平,不能磨平。磨平和削平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 2951.11—2008 第 9.1.3 a) 项的最后一段规定,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。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

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 $(30 \pm 0.5)$  mm;对于图 4 哑铃试件,其夹头间的自由长度应为 $(22 \pm 0.5)$  mm。

拉力机夹头的分离速度应为 $(25 \pm 5)$  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 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)。

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 厚度的试样,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。对于聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)材料,只能削平,不能磨平。切削机示例参见 GB/T 2951.11—2008 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 2951.11—2008 第 9.1.3 a)项最后一段规定,在哑铃试件上作出标记线。

### 8.4.4 试验设备

按 8.3.4 规定。

### 8.4.5 试验步骤和试验条件

按 8.3.5 规定。

### 8.4.6 试验结果的评定

按 8.3.6 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。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

## 8.5.2 取样和试样制备

取3个成品电缆试样,每个试样长度至少应是电缆直径的5倍,最短150 mm。应除去所有外护层。

## 8.5.3 试验设备

本试验用设备如图2及注释。

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合适的低温箱内。

## 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,试验用落锤质(重)量应按表2的规定:

表2

试样外径 $d$ /mm	落锤质(重)量/g
$d \leq 4.0$	100
$4.0 < d \leq 6.0$	200
$6.0 < d \leq 9.0$	300
$9.0 < d \leq 12.5$	400
$12.5 < d \leq 20.0$	500
$20.0 < d \leq 30.0$	750
$30.0 < d \leq 50.0$	1 000
$50.0 < d \leq 75.0$	1 250
$75.0 < d$	1 500

对软电缆、软线和通信电缆试样,试验用落锤质(重)量应按表3的规定:

表3

试样外径 $d$ /mm	落锤质(重)量/g
对于扁平软线	
$d \leq 6.0$	100
$6.0 < d \leq 10.0$	200
$10.0 < d \leq 15.0$	300
$15.0 < d \leq 25.0$	400
$25.0 < d \leq 35.0$	500
$35.0 < d$	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合适的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°进行扭转,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,然后再沿着电缆轴向将护套切开。

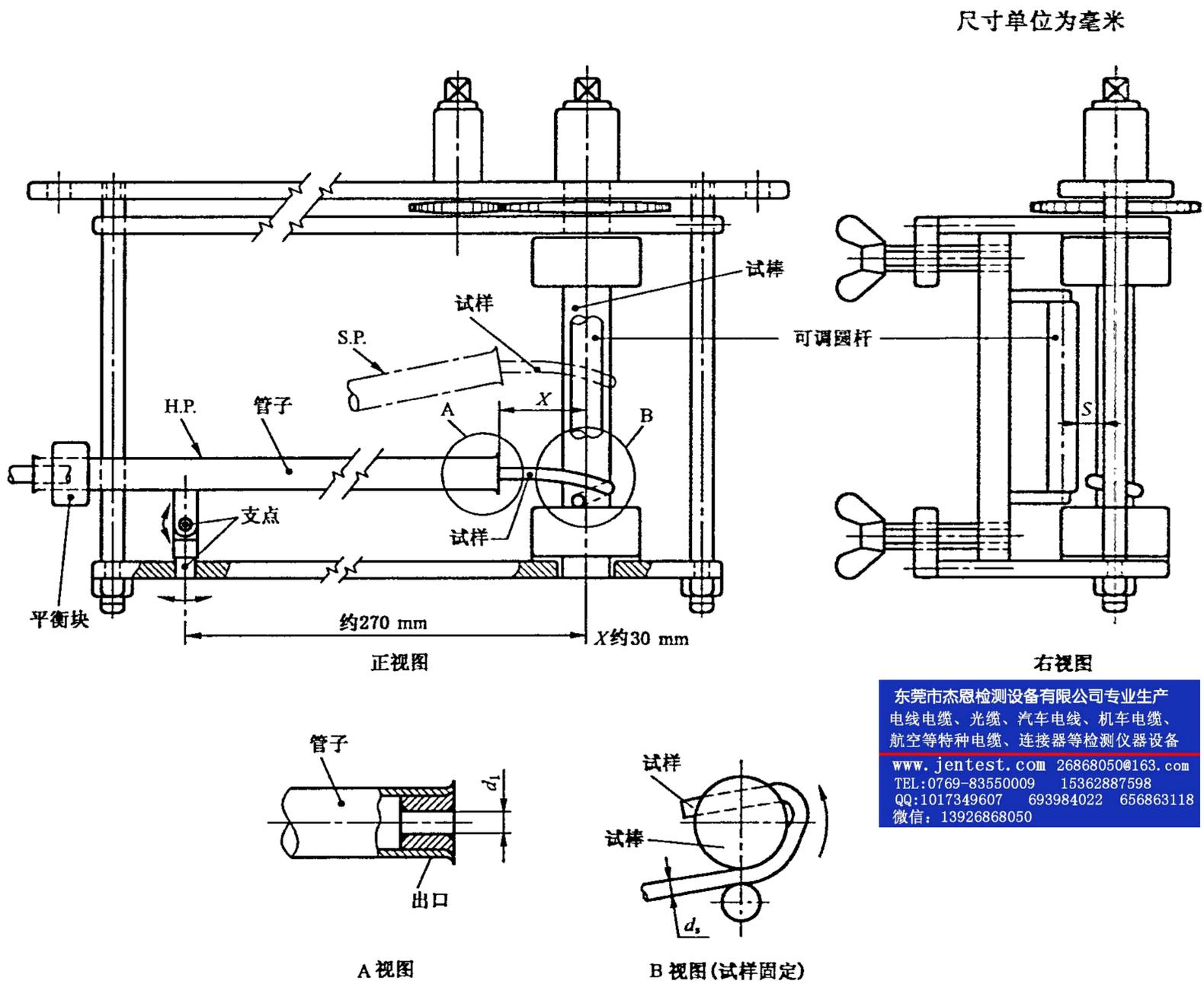
注: 40℃~50℃的热水是合适的。

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

当用正常视力或校正视力而不用放大镜检查时,3 个试样均不应有裂纹。

如果 3 个试样中有 1 个有裂纹,则应再取 3 个试样重复进行试验。如果这 3 个试样均无裂纹,则符合试验要求。如仍有任何 1 个试样有裂纹,则电缆或护套不符合试验要求。



东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

注 1:  $d_s < S < 1.5d_s$

注 2:  $d_1 = 1.2 \sim 1.5d_s$

注 3: 水平位置上(H.P.),试样不应被管子往下压得太过分。

注 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

尺寸单位为毫米

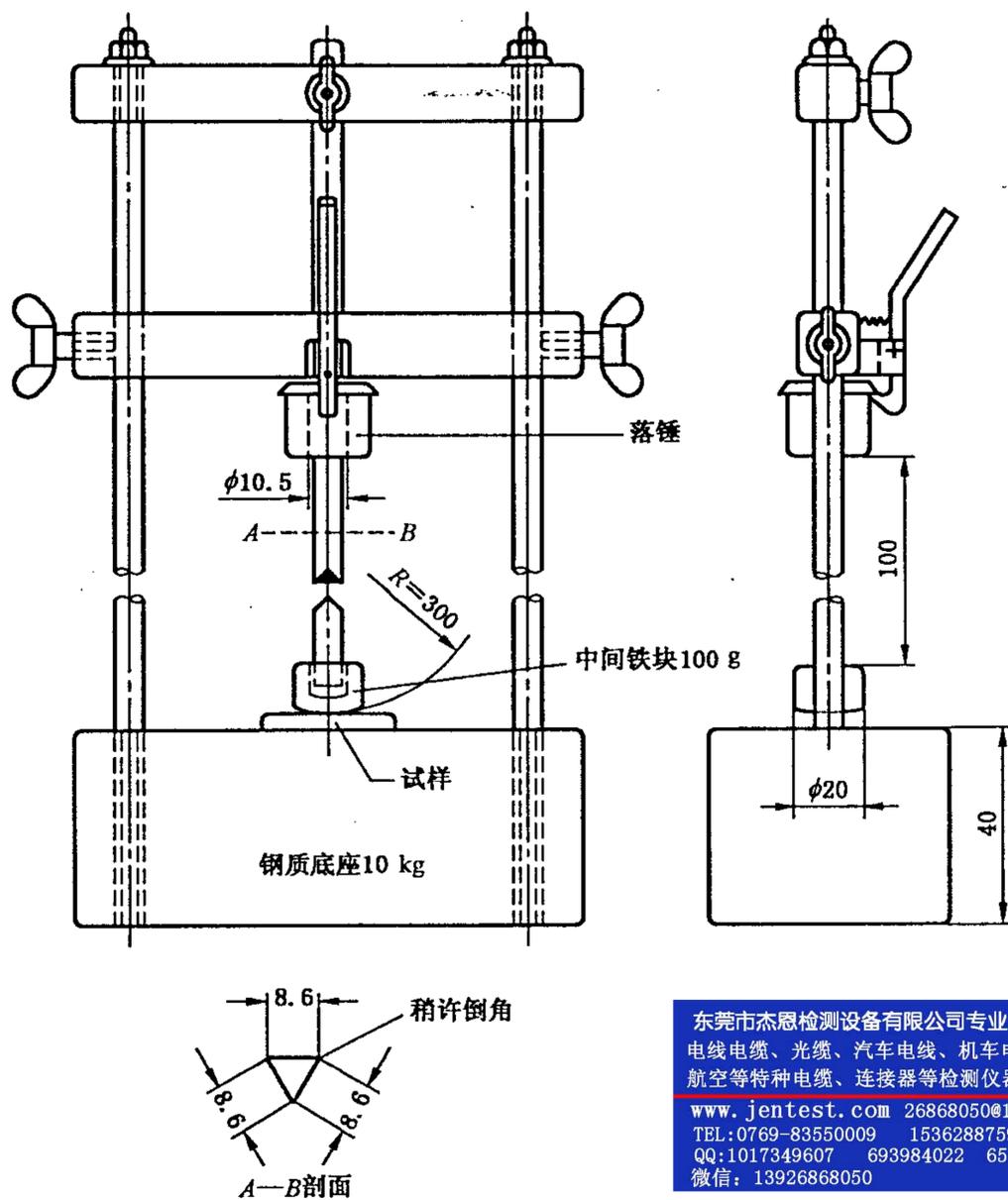


图 2 冲击试验设备

尺寸单位为毫米

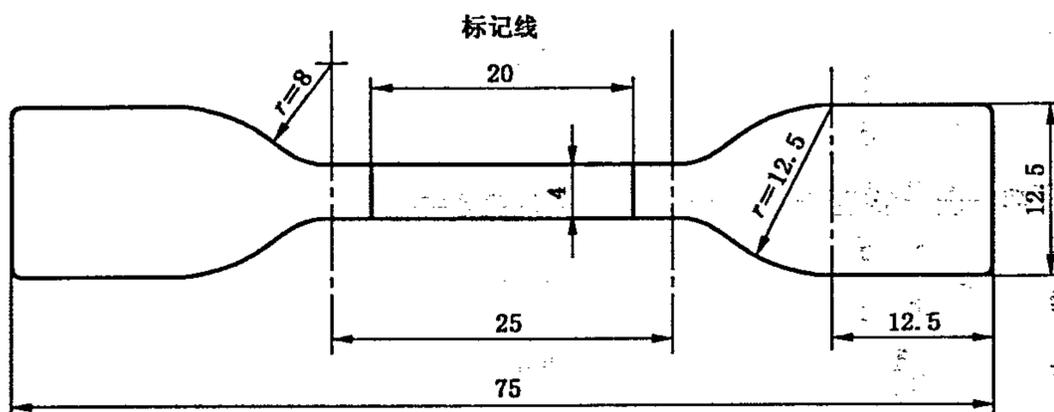


图 3 哑铃试件

尺寸单位为毫米

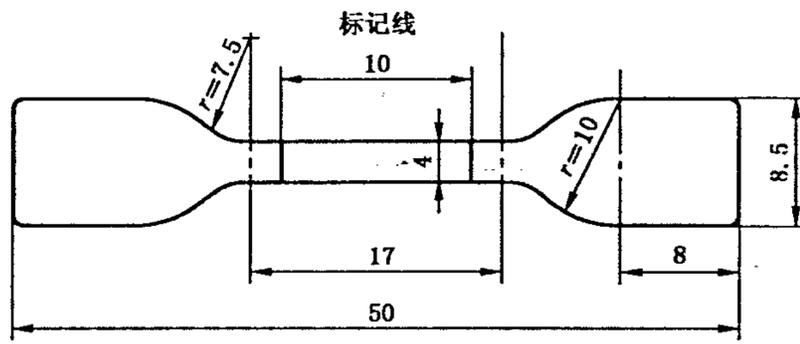
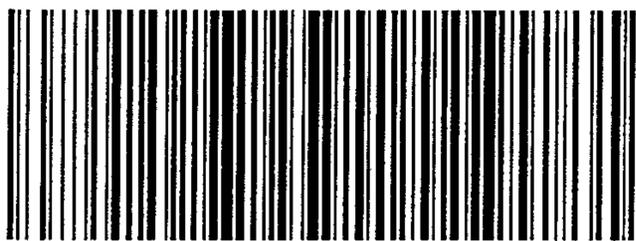


图 4 小哑铃试件

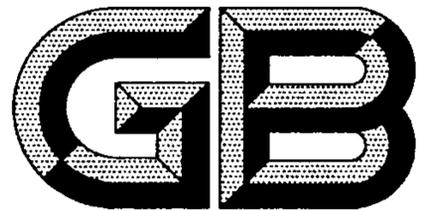


GB/T 2951.14-2008

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-33424



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.21—2008/IEC 60811-2-1:2001  
代替 GB/T 2951.5—1997

## 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

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 21: Methods specific to elastomeric compounds—  
Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests

(IEC 60811-2-1:2001, IDT)

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 21 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-2-1:2001《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 2-1 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》(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 21 部分”代替“第 2-1 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分第 1.1 条引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分在 IEC 60811-2-1 原文第 3 章未与 IEC 60811-2-1 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”。

鉴于国内的实际情况,与 IEC 60811-2-1 原文相比,本部分还对作了一处技术性补充:在第 10 章“护套浸矿物油试验”中 10.3“试验用油”的条文下增加注释:“非仲裁试验时允许采用符合 SH/T 0139—1995 规定的通用车轴油”。

本部分代替 GB/T 2951.5—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.5—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改变为：“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”；
- 与标准名称相对应,标准英文名称改变为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 21: Methods specific to elastomeric compounds—Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests”；
- 第 1 章“配用电缆及通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶和

- 近海用电缆和光缆”(1997 版的第 1 章;本版的第 1 章);
- 第 3 章“适用范围”增加“光缆”(1997 版的第 3 章;本版的第 3 章);
  - 8.1.1 增加了“d)、e)、f)”项(1997 版的 8.1.1;本版的 8.1.1);
  - 8.1.2 改为“8.1.2.1 绝缘取样”和“8.1.2.2 护套取样”(1997 版的 8.1.2;本版的 8.1.2);
  - 8.1.3 改为“8.1.3.1 绝缘试样”和“8.1.3.2 护套试样”(1997 版的 8.1.3;本版的 8.1.3);
  - 将前版中 8.1.4 和 8.1.5 均纳入本版的 8.1.4 中,作为 8.1.4 的下一层次条文“8.1.4.1 绝缘试样”和“8.1.4.2 护套试样”;与此同时,前版中其后的 8.1.6 和 8.1.7 分别相应改为 8.1.5 和 8.1.6(1997 版的 8.1.4、8.1.5、8.1.6 和 8.1.7;本版的 8.1.4、8.1.5 和 8.1.6);
  - 8.2.1.2b)项首句中增加“并将注入孔”,将前版中描述分液漏斗中气体量的“400 mL 与量筒内 KI 溶液量的差值”改为“量筒内 KI 溶液量”(1997 版的 8.2.1.2;本版的 8.2.1.2);
  - 9.1 第 2 段增加了对哑铃试件作好标志线的规定(1997 版的 9.1;本版的 9.1);
  - 9.2 的“注”中对防止管状试件两端紧密封闭的方法举例中增加了“至少”(1997 版的 9.2;本版的 9.2);
  - 9.3a)项增加了“悬挂过程应尽可能快以使烘箱开门最短时间。”,b)项“在烘箱内 15 min 后”改为“当烘箱温度回升到规定温度(最好在 5 min 之内),试件在烘箱中再保持 10 min 后”,c)项“并使试件在规定的温度下恢复 5 min”改为“并将试件留在烘箱中恢复,试件保留在烘箱中 5 min。或者等到烘箱温度回升到规定的温度,取较长时间”,c)项增加了“注”(1997 版的 9.3;本版的 9.3);
  - 9.4“15 min”改为“10 min”(1997 版的 9.4;本版的 9.4);
  - 11.3“ASTM 2 号油”改为“ISO 1817 规定的 IRM 902 号油”(1997 版的 10.3;本版的 10.3)。
- 本部分由中国电器工业协会提出。
- 本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。
- 本部分起草单位:上海电缆研究所。
- 本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。
- 本部分所代替标准的历次版本发布情况为:
- GB/T 2951.5—1997;
  - GB 2951.35—1983、GB/T 2951.35—1994、GB 2951.18—1982、GB/T 2951.18—1994、GB 2951.15—1982、GB/T 2951.15—1994。

# 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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

## 1 概述

### 1.1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分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、电缆和光缆的弹性体混合料。

### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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——厚度和外径测量——机械性能试验(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

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(IEC 60811-1-2:1985, IDT)

ISO 1817:1999 硫化橡胶——耐液体作用的测定

## 2 试验原则

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

## 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±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。

## 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应超过  $0.1 \times 10^{-6}$  (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;
- d) 夹住试件和拉伸试件的夹具;
- e) 圆柱形木棒或金属棒;
- f) 一个装有硅胶或相当材料的干燥器;
- g) 精度为 0.1 mg 的天平。

#### 8.1.2 取样

##### 8.1.2.1 绝缘取样

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。

所有的试验用试样应均无可见的机械损伤。

##### 8.1.2.2 护套取样

应取足够长度的电缆或电线样品,或者从电缆上剥下的护套样品,以制备至少 2 个试件。

有机械损伤的任何试样均不应用于试验。

#### 8.1.3 试样制备

##### 8.1.3.1 绝缘试样

应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覆在绝缘上并且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层,则应除去两个试样的半导体屏蔽层,而保留另外两个试样的半导体屏蔽层。

##### 8.1.3.2 护套试样

根据 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.3 和 9.2.3 的规定制备两个哑铃试件。试件的最小厚度为 0.6 mm。

对于不能制备哑铃试件的小尺寸电缆试样,则按照绝缘试样的试验方法进行。

#### 8.1.4 试样的预处理和弯曲

##### 8.1.4.1 绝缘试样

如绝缘线芯上没有挤包的半导体屏蔽层,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层,则应将除去半导体层的试样和保留半导体层的试样如上所述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,其直径应按表 1 规定:

表 1

绝缘线芯外径 $d$ /mm	试棒直径(绝缘线芯外径的倍数)
$d \leq 12.5$	$4 \pm 0.1$
$12.5 < d \leq 20$	$5 \pm 0.1$
$20 < d \leq 30$	$6 \pm 0.1$
$30 < d \leq 45$	$8 \pm 0.1$
$45 < d$	$10 \pm 0.1$

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。

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。

#### 8.1.4.2 护套试件

每个试件的表面均应用一块干净的布擦掉灰尘或潮气。试样应存放在 23℃±5℃的干燥器中至少 16 h。

用夹具将试件的两端夹住,使试件在夹具上伸长 33%±2%。

注:为避免试件在夹具附近开裂,可在夹具下的试件涂上耐臭氧漆。

#### 8.1.5 暴露在臭氧中

经 8.1.4 处理过的试样应置于一个带旋塞的试验箱内中部;两试件之间间距至少为 20 mm。

除电缆产品标准另有规定外,试样应保持在(25±2)℃温度下,并暴露在带有规定臭氧浓度的干燥循环空气中。

臭氧浓度及持续时间按有关电缆产品标准的规定。

臭氧浓度应在试验箱中根据 8.2 规定测量。

带有规定浓度臭氧的空气,其流量应控制在 280 L/h 和 560 L/h 之间,箱内空气压力应保持略高于大气压力。

#### 8.1.6 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,应用正常视力或矫正视力而不用放大镜检查。

绝缘试样上距离结扎处最远的 180°弯曲部分应无裂纹。

哑铃试件中部的窄条应无裂纹。

在夹具附近的裂纹应忽略。

### 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,直到溶液中碘的总质(重)量约为 0.1 g。精确称重含碘溶液,并测定加入的碘含量。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:

$$E = \frac{F \times C}{S}$$

式中:

$F$ ——碘溶液体积,单位为毫升(mL);

$C$ ——碘浓度,单位为毫克每毫升(mg/mL);

$S$ ——用于滴定的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液体积,单位为毫升(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,并将注入孔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止塞,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止塞,移去并塞住分液漏斗。此时分液漏斗里的气体量为量筒内 KI 溶液量。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,若有则该气体试样应作废并重新采样。

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 溶液均应以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,单位为毫升(mL);

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

$E$ —— $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  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,单位为毫升(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校准。

## 9 热延伸试验

### 9.1 取样,试样制备及其截面积的测定

从每一被试试样上切取两个绝缘样段和护套样段,按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定的试验方法制备试样及测量截面积。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。在每个大哑铃试件中部标上 20 mm 的标志线,在每个小哑铃试件中部标上 10 mm 的标志线。

### 9.2 试验设备

a) 试验应在如 GB/T 2951.12—2008 中 8.1 的规定的烘箱中进行;

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,如至少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中对相关材料的规定。悬挂过程应尽可能快以使烘箱开门时间最短。

b) 当烘箱温度回升到规定温度(最好在 5 min 之内),试件在烘箱中再保持 10 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。

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),并将试件留在烘箱中恢复,试件保留在烘箱中 5 min。或者等到烘箱温度回升到规定的温度,取较长时间。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。

注:试验过程中必须采取适当的防护措施以避免热夹子,负载和试件有可能造成的损伤。

### 9.4 试验结果的评定

a) 在规定温度下负重 10 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

应按 GB/T 2951.11—2008 中 9.2.2 和 9.2.3 规定的步骤制备 5 个试件。

### 10.2 试件截面积的测定

见 GB/T 2951.11—2008 中 9.2.4 规定的试验方法。

### 10.3 试验用油

除非另有规定,使用的矿物油应是 ISO 1817 规定的 IRM 902 号油。

注:非仲裁试验时允许采用符合 SH/T 0139—1995 规定的通用车轴油。

#### 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。试验温度和时间应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,并应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,应再从试件上轻轻吸去任何多余的油。

#### 10.5 机械性能的测定

见 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.7 规定的试验方法。

#### 10.6 试验结果表示方法

应根据浸油前测得的试件截面积计算抗张强度(见 10.2)。

浸油前后的 5 个试件的机械性能的中间值之差(见 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.2)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。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
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 2951.21—2008/IEC 60811-2-1:2001

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 15 千字  
2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

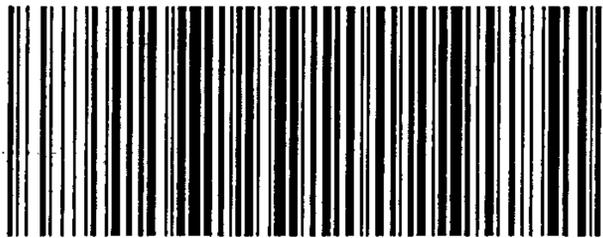
\*

书号: 155066·1-33421

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.21-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.31—2008/IEC 60811-3-1:1985  
代替 GB/T 2951.6—1997

---

## 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

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 31: Methods specific to PVC compounds—  
Pressure test at high temperature—Test for resistance to cracking

(IEC 60811-3-1:1985, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 21 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-3-1:1985《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3-1 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》及其 A1:1994“第 1 号修改单”和 A2:2001“第 2 号修改单”(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 31 部分”代替“第 3-1 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分在 IEC 60811-3-1 原文第 1 章和第 3 章未与 IEC 60811-3-1 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”；
- 按照 IEC 60811 在 2000 年以后更新过版本的部分(例如 IEC 60811-4-2:2004)的方式,将第 1 章标题“范围”改为“概述”,之下分为两条,1.1“范围”,新增 1.2“规范性引用文件”,并将 IEC 60811-3-1 在其“前言”中列出的引用标准移入 1.2 中；
- 本部分删除了 IEC 60811-3-1 原文中说明 IEC 60811 所有部分与已被其代替而撤消的 IEC 538 和 IEC 540 出版物对应关系的附录 A。

本部分代替 GB/T 2951.6—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.6—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称改变为：“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”；
- 与标准名称相对应,标准英文名称改变为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 31: Methods specific to PVC compounds—

Pressure test at high temperature—Test for resistance to cracking”;

- 第1章“配用电缆及通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶和近海用电缆和光缆”,增加了“和光缆”(1997版的第1章;本版的第1章);
- 第3章“适用范围”中增加“光缆”(1997版的第3章;本版的第3章);
- 9.1.4的第2段增加“加热结束后从烘箱中取出试样并”(1997版的9.1.4;本版的9.1.4)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2951.6—1997;
- GB 2951.16—1982、GB/T 2951.16—1994、GB 2951.17—1982、GB/T 2951.17—1994、GB 2951.31—1983、GB/T 2951.31—1994、GB 2951.32—1983、GB/T 2951.32—1994。

# 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

#### 1 概述

##### 1.1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了高温压力试验方法和抗开裂试验方法。适用于电线、电缆和光缆的聚氯乙烯材料的绝缘和护套。

##### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

#### 2 试验原则

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

#### 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

对于每个被试绝缘线芯，应从每个长度为(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

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

#### 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，刀片也应与试样轴线垂直。

#### 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， $k=0.7$ ；

$\delta$ ——绝缘试样厚度的平均值；

$D$ ——试样外径平均值。

$\delta$  和  $D$  均以 mm 计，到小数点后一位。按 GB/T 2951.11—2008 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位置进行)。

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 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应按有关电缆产品标准规定，如电缆产品标准没有规定，则应按如下规定：

——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)，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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

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

试样冷却后应立即测量压痕深度。

应抽出导体留下管状绝缘试样。

应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)。

全部测量值均应以 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 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)和所有内部组件(线芯、填充物、内护层、铠装等,若有)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)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 的规定一样,如图 1 所示。

窄条应用一根金属棒或金属管支撑,金属棒或金属管可沿其自身轴线方向对半分开,以便更稳定地支撑。

金属管或金属棒的半径约等于试样内径的一半。

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

沿着与金属棒或金属管或电缆(当用整段电缆时)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 的固定敷设用电缆,  $k=0.6$ ;

$D > 15$  mm 的固定敷设用电缆,  $k=0.7$ ;

$\delta$ ——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。

$\delta$ 和 $D$ 均以 mm 计,到小数点后一位。按 GB/T 2951.11—2008 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 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 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 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 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。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

## 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,试样应取自两处,间隔至少 1 m。

若有外护层,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)项规定切取窄条,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,并将两端固定。

具体规定如下:

a) 按 9.1.2a)项制备的试样、扁平的电缆和软线,表 1 规定了试棒的直径和卷绕圈数。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;

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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
TEL: 0769-83550009 15362887598  
QQ: 1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

b) 按 9.1.2b)项和 c)项制备的试样,表 2 规定了试棒直径和卷绕圈数。在这种情况下,试样的内表面应与试棒接触。

表 2

试样厚度 $\delta$ /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,试样直径或试样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。如果电缆产品标准没有规定,则预热到 $(150 \pm 3)^\circ\text{C}$ ,试样在规定温度下保持 1 h。

加热结束后从烘箱中取出试样并在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,试样应取自两处,间隔至少 1 m。

若有外护层应除去。

#### 9.2.2 试样制备

a) 对于外径不超过 12.5 mm 的护套,每一试样应是一段电缆,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,其宽度应至少是护套厚度的 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)项规定切取的窄条,然后在窄条的外表面磨或削(避免过热)到 $(4.0 \sim 5.0)$  mm 厚,该厚度应在窄条的较厚部分测得。窄条的宽度应至少是厚度的 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)项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,并将两端固定。

具体规定如下:

- a) 按 9.2.2a)项制备的试样,及如 9.2.2d)项宽度不超过 12.5 mm 的扁平电缆,试棒的直径和卷绕圈数应按 9.1.3a)项规定。试棒直径应按电缆的短轴尺寸选取,卷绕时使其短轴垂直于试棒;
- b) 按 9.2.2b)项和 c)项制备的试样,及如 9.2.2d)项宽度超过 12.5 mm 的扁平电缆,试棒的直径和卷绕圈数应按 9.1.3b)项规定。在这种情况下,试样的内表面应与试棒接触。

9.2.4 加热和检查

应按 9.1.4 的规定进行。

9.2.5 试验结果的评定

应按 9.1.5 的规定评定。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

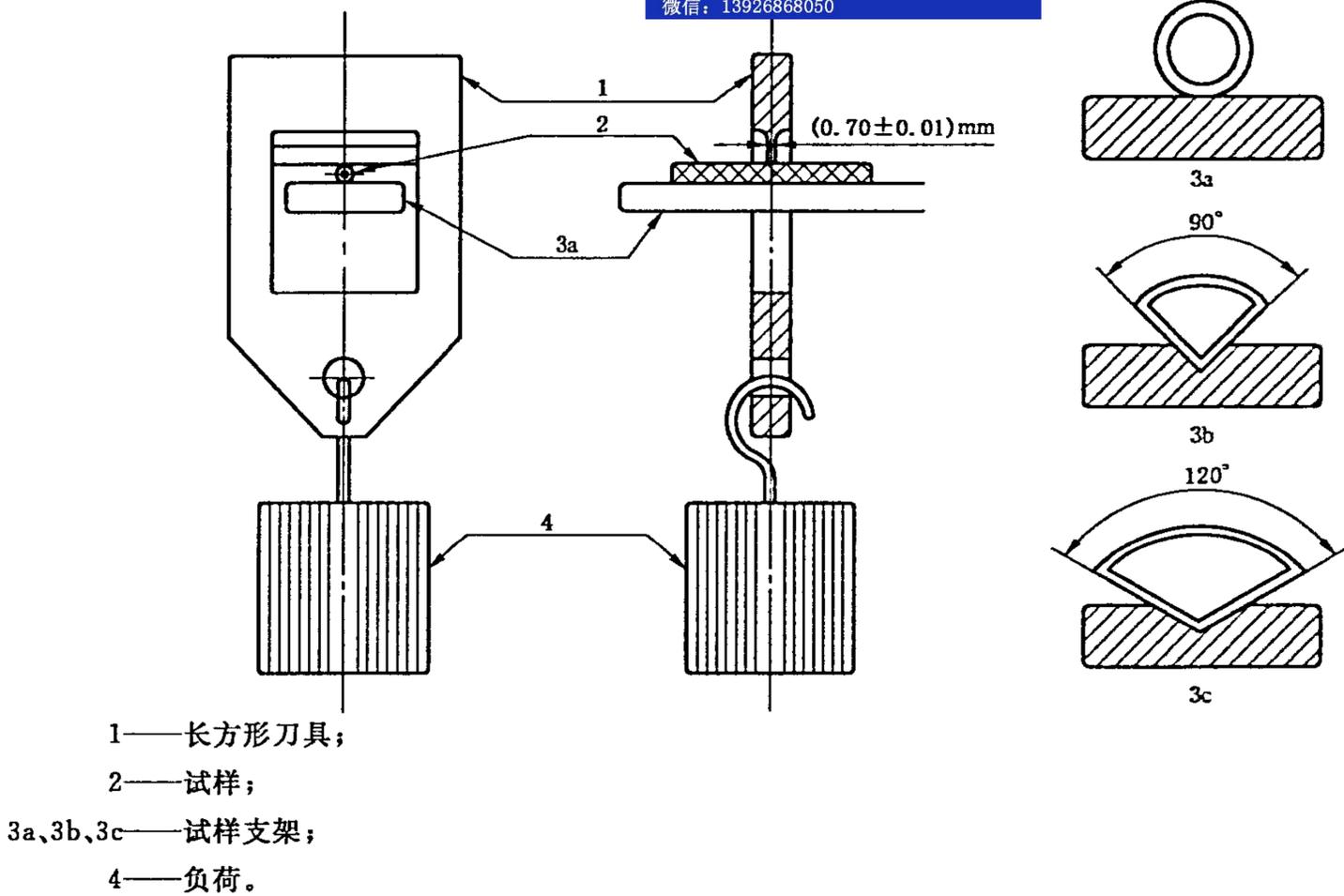


图 1 压痕装置

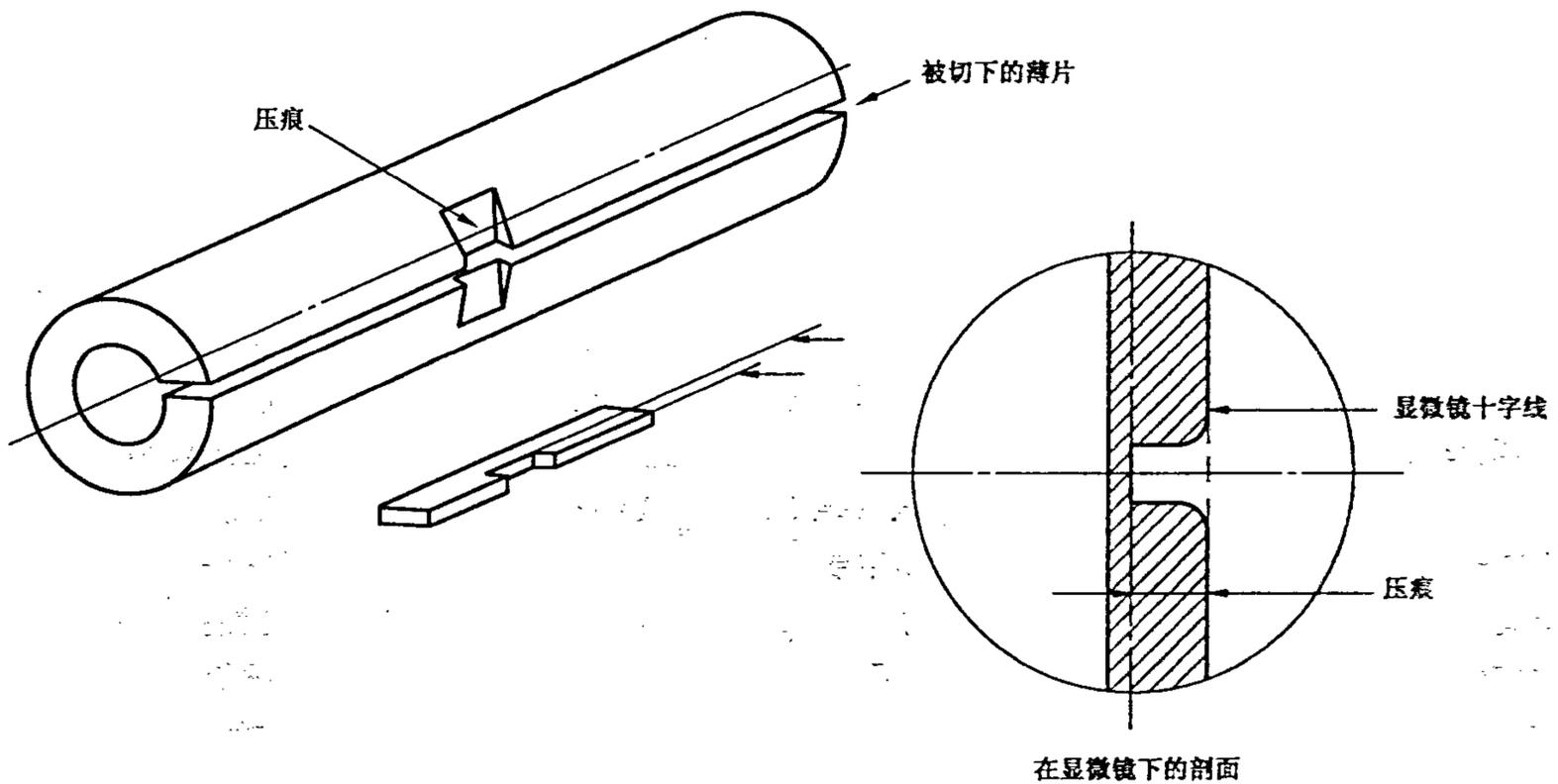


图 2 压痕测量

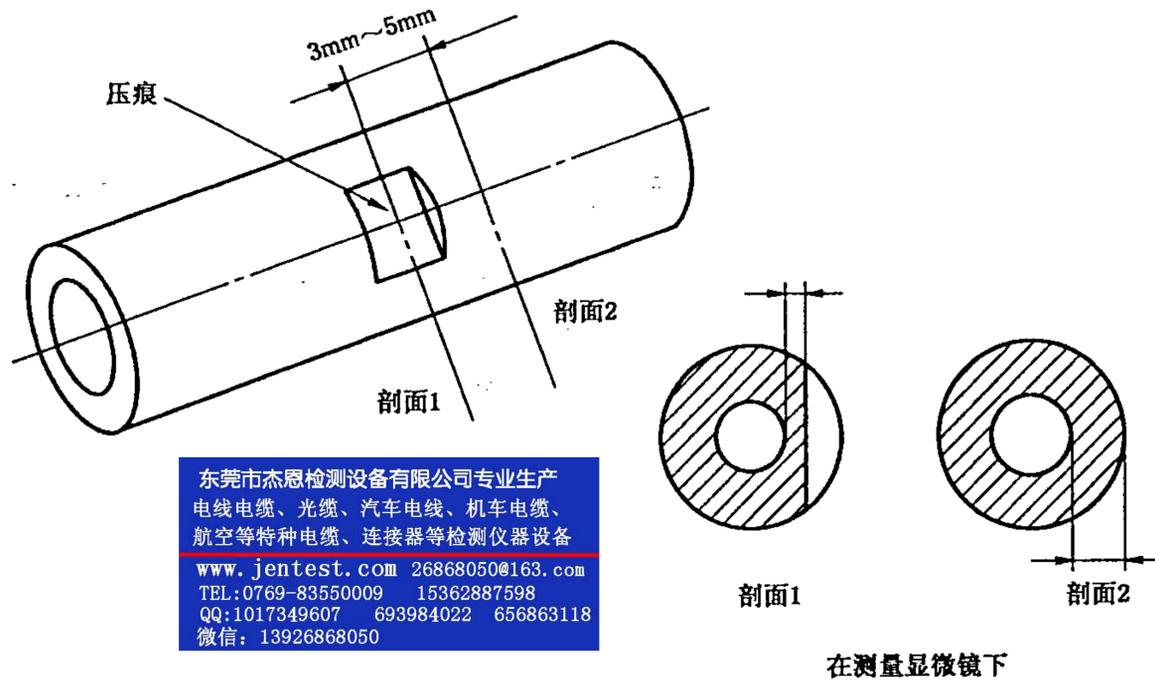


图 3 小试样的压痕测量

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 2951.31—2008/IEC 60811-3-1:1985

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街15号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字

2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

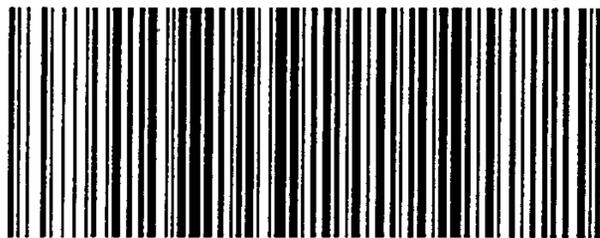
\*

书号: 155066·1-33425

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.31-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.32—2008/IEC 60811-3-2:1985  
代替 GB/T 2951.7—1997

## 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

Common test methods for insulating and  
sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 32: Methods specific to PVC compounds—  
Loss of mass test—Thermal stability test

(IEC 60811-3-2:1985, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 32 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-3-2:1985《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3-2 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》及其 A1:1993“第 1 号修改单”和 A2:2003“第 2 号修改单”(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 32 部分”代替“第 3-2 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分在 IEC 60811-3-1 原文第 1 章和第 3 章未与 IEC 60811-3-1 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”；
- 按照 IEC 60811 在 2000 年以后更新过版本的部分(例如 IEC 60811-4-2:2004)的方式,将第 1 章标题“范围”改为“概述”,之下分为两条,1.1“范围”,新增 1.2“规范性引用文件”,并将 IEC 60811-3-2 在其“前言”中列出的引用标准移入 1.2 中。

本部分代替 GB/T 2951.7—1997《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：失重试验——热稳定性试验》。

本部分与 GB/T 2951.7—1997 相比主要变化如下：

- 本部分名称改变为：“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”；
- 与本部分名称相对应,英文名称改变为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 32: Methods specific to PVC compounds—Loss of mass test—Thermal stability test”；
- 第 1 章中“配用电缆和通信电缆,包括船用电缆”,改为“配电及通信用电缆和光缆,包括船舶

- 和近海用电缆和光缆”(1997版的第1章;本版的第1章);
- 第3章“适用范围”中增加了“光缆”(1997版的第3章;本版的第3章);
  - 9.1a)项中修改了对玻璃管的要求(1997版的9.1a)项;本版的9.1a)项);
  - 9.2d)项中将“从pH值5改变到pH值3所用的时间”改为“从pH值等于5改变到pH值等于2~3之间所用的时间”,“当对应于pH值3”改为“当对应于pH值等于2~3之间”(1997版的9.2d)项;本版的9.2d)项)。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 2951.7—1997;
- GB 2951.10—1982、GB/T 2951.10—1994、GB 2951.11—1982、GB/T 2951.11—1994、GB/T 2951.40—1994。

# 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

### 1 概述

#### 1.1 范围

GB/T 2951 规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。

GB/T 2951 的本部分规定了聚氯乙烯混合料的失重试验方法和热稳定性试验方法。

#### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

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——通用试验方法——热老化试验方法(IEC 60811-1-2:1985, IDT)

### 2 试验原则

本部分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。

本部分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

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、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

本部分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,本部分已指明了这些区别。

### 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,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;烘箱内不应采用旋转式风扇;
- b) 分析天平,感量为0.1 mg;
- c) 哑铃试件用冲模(见GB/T 2951.11—2008第9章);
- d) 使用硅胶或类似材料的干燥器。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

#### 8.1.2 取样

若失重试验与机械性能试验(GB/T 2951.11—2008第9章)结合起来进行,试件应是按GB/T 2951.12—2008 8.1.3中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)项规定时,也可以是按GB/T 2951.11—2008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)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 2951.11—2008中9.1.3a)项规定制备,但试件两个表面应平行,其厚度为 $(1.0 \pm 0.2)$  mm,不要求加标记线;  
管状试件应按GB/T 2951.11—2008中9.1.3b)项规定制备,不要求加标记线。每个试件的总表面积(见8.1.4a)项)应不小于5 cm<sup>2</sup>;
- 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cm<sup>2</sup>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

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

式中:

- $\delta$ ——试件平均厚度,单位为毫米(mm)。若 $\delta \leq 0.4$  mm,取两位小数;若 $\delta > 0.4$  mm,则取一位小数;
- $D$ ——试件平均外径,单位为毫米(mm)。若 $D \leq 2$  mm,取两位小数;若 $D > 2$  mm,则取一位小数;
- $L$ ——试件长度,单位为毫米(mm)。取一位小数。

$\delta$  和  $D$  均按 GB/T 2951.11—2008 中 8.1 和 8.3 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

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

c) 图 1 所示哑铃试件

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

其中  $\delta$  是试件的平均厚度,按 GB/T 2951.11—2008 中 9.1.4a) 项规定测得,以 mm 计,到两位小数。

### 8.1.5 试验步骤

- 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;
- 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  $7 \times 24$  h(见 8.1.1):
  - 组分明显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%;
- 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) 项和 c) 项测得的质(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“质(重)量之差”,以 mg 为单位[见 8.1.5c) 项],除以表面积,以  $\text{cm}^2$  为单位(见 8.1.4)。

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

## 8.2 护套失重试验

### 8.2.1 试验设备

见 8.1.1。

### 8.2.2 取样

应按 8.1.2 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)的所有元件均应除去,注意不要损伤护套,然后按 8.1.3 的规定制备试件。

### 8.2.4 挥发表面积 $A$ 的计算

按 8.1.4 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 规定。

### 8.2.6 试验结果表示方法

按 8.1.6 规定。

## 9 绝缘和护套热稳定性试验

### 9.1 试验设备

- 长为 110 mm,外径约为 5 mm,内径为  $(4.0 \pm 0.5)$  mm 的一端密封(如用熔融方法)的玻璃管,

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

使用的玻璃管应符合以下规定<sup>1)</sup>：

——ISO 695-1991:A2 级耐碱；

——ISO 719-1985:HGB3 级耐水解；

——ISO 1776-1985:耐酸,最大质(重)量损失  $150 \mu\text{g Na}_2\text{O}/100 \text{cm}^2$ ；

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,如未规定则应控制在  $(200 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ,应优先使用油浴。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  $0.1^\circ\text{C}$  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  $(20 \sim 30) \text{mm}$  的窄条组成,重约  $(50 \pm 5) \text{mg}$ ；

将试样放入 9.1a) 项规定的玻璃管中。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) 项的规定],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[见 9.1c) 项]中至深度 60 mm；

d) 测定通用试纸的颜色从 pH 值等于 5 改变到 pH 值等于 2~3 之间所用的时间；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 值等于 2~3 之间的通用试纸上的红颜色开始出现时,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  $(5 \sim 10) \text{min}$  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。

尺寸单位为毫米

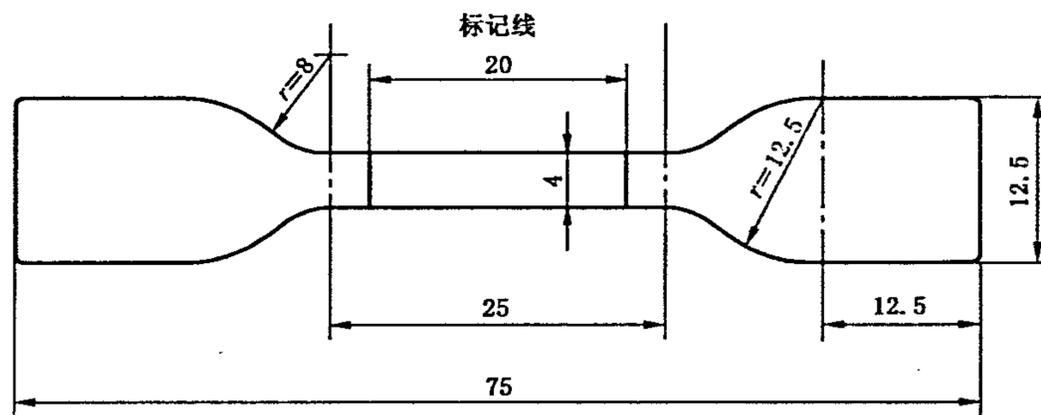


图 1 哑铃试件

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电线、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

<sup>1)</sup> 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  $98^\circ\text{C}$  温度下玻璃粒子耐水解的玻璃——试验及分类方法。

ISO 1776:1985 在  $100^\circ\text{C}$  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方法。

尺寸单位为毫米

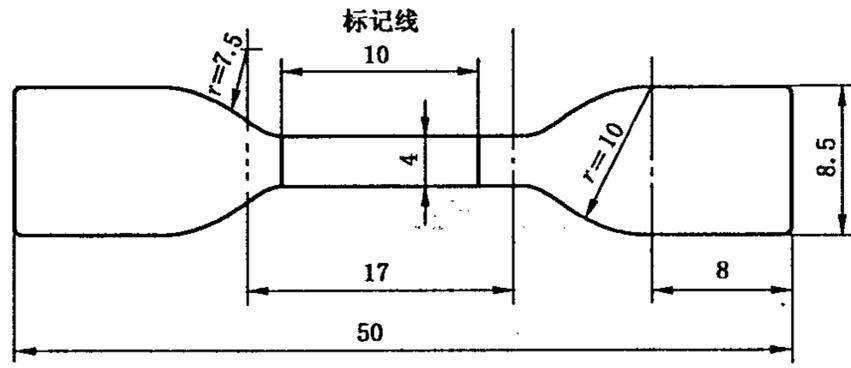


图2 小哑铃试件

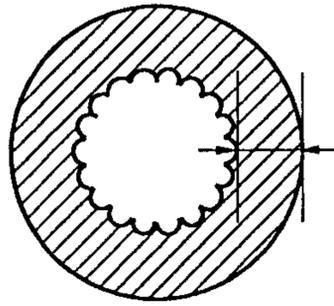


图3

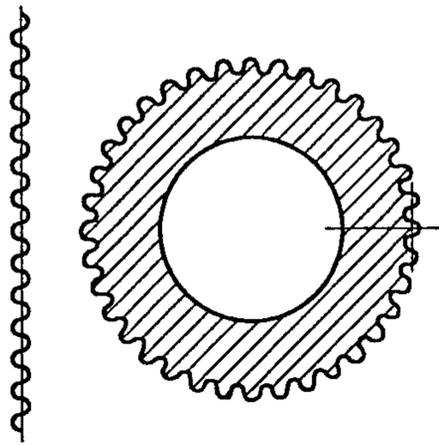


图4

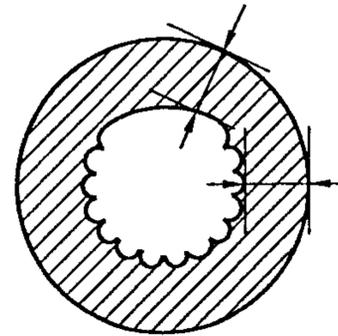


图5

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 2951.32—2008/IEC 60811-3-2:1985

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街15号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

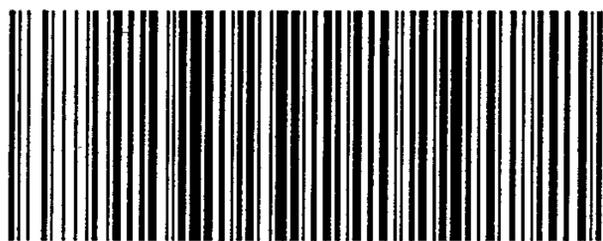
\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 12 千字  
2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-33426

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.32-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.41—2008/IEC 60811-4-1:2004  
代替 GB/T 2951.8—1997

## 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

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—  
Part 41: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—  
Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—  
Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct  
combustion—Measurement of carbon black content by thermo gravimetric analysis(TGA)—  
Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope

(IEC 60811-4-1:2004, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 41 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-4-1:2004《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4-1 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》(英文版)。

为便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 41 部分”代替“第 4-1 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分 1.2 引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分在 IEC 60811-4-1 原文第 4 章未与 IEC 60811-4-1 的标准名称中增加的“和光缆”相协调增加了“光缆”。

本部分代替 GB/T 2951.8—1997《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——聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测量方法》。

本部分与 GB/T 2951.8—1997 相比主要变化如下：

- 本部分名称修改为：“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”；
- 与本部分名称相对应，英文名称修改为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 41: Methods specific to polyethylene and poly-

propylene compounds—Resistance to environmental stress cracking—Measurement of the melt flow index—Carbon black and/or mineral filler content measurement in polyethylene by direct combustion—Measurement of carbon black content by thermogravimetric analysis (TGA)—Assessment of carbon black dispersion in polyethylene using a microscope”;

- 第1章标题“范围”修改为“概述”，之下分为两条，第1.1条“范围”，新增第1.2条“规范性引用文件”(1997版的第1章；本版的第1章)；
- 前版标准的第4章“定义”变更为本版的第2章“术语和定义”(1997版的第4章；本版的第2章)；
- 前版标准的第2章“试验原则”变更为本版的第3章(1997版的第2章；本版的第3章)；
- 前版标准的第3章“适用范围”变更为本版的第4章，并增加了“光缆”(1997版的第3章；本版的第4章)；
- 8.2增加了“试验设备应包含下列部件：”；8.2.3增加了“两张”；8.2.5“℃”改为“K”；8.2.6增加了“或其他合适装置”；8.2.12“如图6”改为“(如图6)”，同时删除了“Φ”(1997版8.2；本版的8.2)；
- 增加了图1~图7名称和修订了图的注(1997版第8章；本版的第8章)；
- 8.4增加了“试片的条件处理应由相关各方达成一致协议，因为其可能充分影响试验结果。如果没有协议，应采用本条给出的处理条件作为参考处理条件。”(1997版8.4；本版的8.4)；
- 第8.8条增加了注(1997版第8.8条；本版的第8.8条)；
- 第9章内容删除了(1997版第9章；本版的第9章)；
- 10.1中“2.5 min”修订为“1.5 min”，同时增加了“注1”(1997版10.1；本版的10.1)；
- 11.5.2中“加料后6 min，”修订为“加料后4 min，”(1997版10.5.2；本版的11.5.2)；
- 10.5.3中增加了“单位 g/600 s”和“g”(1997版10.5.3；本版的10.5.3)；
- 10.6.3中增加了“单位 g/150 s”和表1内容(1997版10.6.3；本版的10.6.3)；
- 第11章修订为“聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测定 直接燃烧法”；测温范围修订为“300℃~650℃”；“第三个10 min后加热到(500±5)℃”修订为“第三个10 min后加热到(600±5)℃”(1997版第11章；本版的第11章)；
- 增加了第12章“热重分析法测量聚烯烃混合物中的碳黑含量”(1997版无；本版的第12章)；
- 增加了第13章“聚乙烯中碳黑分散度的评估试验”(1997版无；本版的第13章)。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：上海电缆研究所。

本部分主要起草人：李明珠、王申、朱永华、王春红、黄莹。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 2951.8—1997；
- GB 2951.36—1983、GB/T 2951.36—1994、GB/T 2951.39—1994、GB/T 2951.41—1994、GB/T 2951.42—1994。

**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**

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
 电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
 航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备

www.jentest.com 26868050@163.com  
 TEL:0769-83550009 15362887598  
 QQ:1017349607 693984022 656863118  
 微信: 13926868050

## 1 概述

### 1.1 范围

GB/T 2951 的本部分规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。这些试验方法适用于聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)混合料,包括发泡绝缘和带皮泡沫绝缘。

### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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(IEC 60811-1-3:1993, IDT)

ISO 18553:2002 聚乙烯管材、装置和混合料中颜料和碳黑分散度的评估方法

## 2 术语和定义

为便于试验,应区分低密度、中密度和高密度聚乙烯:

聚乙烯类型	23 °C 时密度 <sup>a</sup> /(g/cm <sup>3</sup> )
低密度聚乙烯	≤0.925
中密度聚乙烯	>0.925, ≤0.940
高密度聚乙烯	>0.940

<sup>a</sup> 这些密度是指未填充树脂。测定方法按 GB/T 2951.13—2008 第 8 章的规定。

## 3 试验原则

本部分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。

本部分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。

## 4 适用范围

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

## 5 型式试验和其他试验

本部分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,本部分已指明了这些区别。

## 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

试验设备应包含以下部件:

8.2.1 热压机 用来制作模压试片,热压机的压板要大于模板。

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

8.2.3 两张隔离片 面积约 $200 \text{ mm} \times 230 \text{ mm}$ 。例如厚度为 $0.1 \text{ mm} \sim 0.2 \text{ mm}$ 的铝箔。

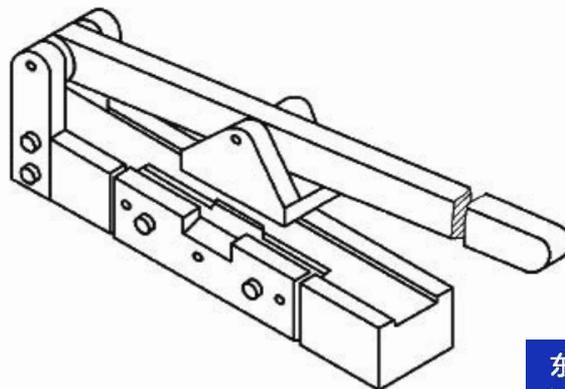
8.2.4 合适的压模 可制作尺寸为 $150 \text{ mm} \times 180 \text{ mm} \times (3.3 \pm 0.1)$  mm,内圆角半径约 $3 \text{ mm}$ 的试片。

8.2.5 电热空气烘箱 强迫空气循环并附有降温速率为 $(5 \pm 0.5) \text{ K/h}$ 的程序装置。

8.2.6 冲模及冲片机 冲模应清洁、锐利、无损伤,能冲切 $(38.0 \pm 2.5) \text{ mm} \times (13.0 \pm 0.8) \text{ mm}$ 的试片,或其他合适装置。

8.2.7 指针式测厚仪 测量平面的直径为 $4 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm}$ ,测量压力为 $5 \text{ N/cm}^2 \sim 8 \text{ N/cm}^2$ 。

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。



注:刀片为“Gem”刀片,如图 2 所示,同时参见附录 A。

图 1 刻痕装置

尺寸单位为毫米

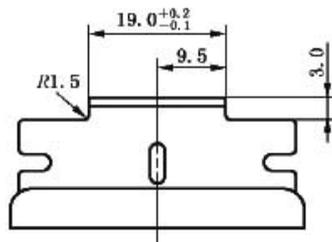
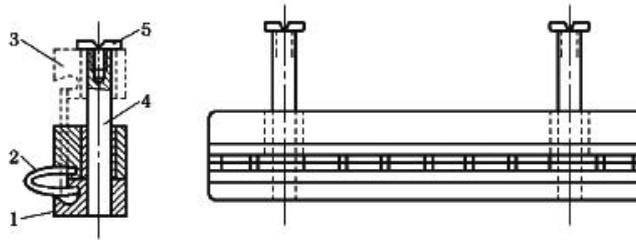


图 2 刀片

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。



- 1—后夹头;
- 2—装入的试样;
- 3—前夹头;
- 4—导杆;
- 5—螺丝。

图 3 弯曲夹持装置

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。

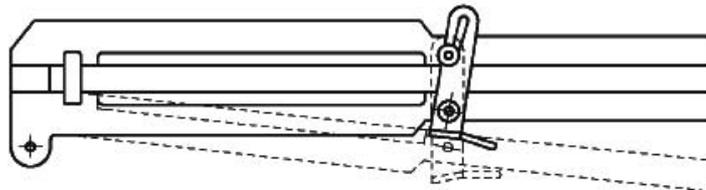
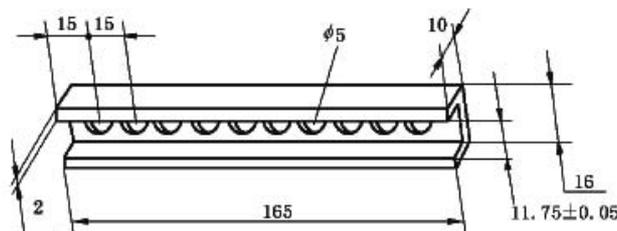


图 4 转移工具装置

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。

尺寸单位为毫米

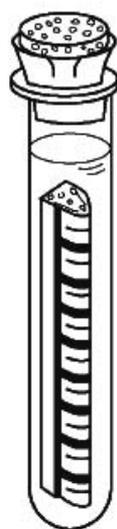


尺寸 11.75 mm±0.05 mm 为试样架槽内宽尺寸。

图 5 带槽黄铜试样架

8.2.12 硬质玻璃试管尺寸为 200 mm×32 mm,应能容纳装有试件的试样架,并采用包有铝箔的软木塞塞住试管口(见图 6)。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050



东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

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)

### 8.2.13 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%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。

注 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。

注 3: Igepal CO-630 或类似试剂的水溶液应当在 60 °C~70 °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 加热容器应具有足够尺寸和深度,内可放置支架以支撑装有试件的玻璃试管(如图 6),应采用合适的设备使温度保持在(50±0.5)°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 49 °C。

### 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 所述的隔离片放在 8.2.2 所述的模板上,在 8.2.4 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,应不使用脱模剂。

8.3.2 模具应放到 8.2.1 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 °C~170 °C 时,应用压机将 50 kN~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 °C~170 °C 范围内,在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

试片的条件处理应由相关各方达成一致协议,因为其可能实质性影响试验结果。如果没有协议,应采用本条给出的处理条件作为参考处理条件。

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 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±2)°C;对中密度聚乙烯,试验温度应保持(155±2)°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 $(5\pm 2)$  K/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

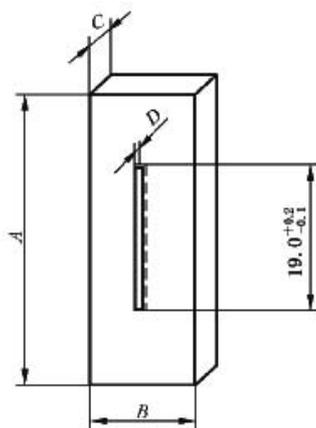
#### 8.6.1 试件的制备

用 8.2.6 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 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 所述的指针式测厚仪测量试件的厚度,应符合 8.6.2 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 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。



东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

聚乙烯护套材料的密度 <sup>a</sup>	A/mm	B/mm	C/mm	D <sup>b</sup> /mm
$\leq 0.940 \text{ g/cm}^3$	$38.0 \pm 2.5$	$13.0 \pm 0.8$	$3.00 \sim 3.30$	$0.50 \sim 0.65$
$> 0.940 \text{ g/cm}^3$	$38.0 \pm 2.5$	$13.0 \pm 0.8$	$1.75 \sim 2.0$	$0.30 \sim 0.40$

<sup>a</sup> 这些密度是指未填充树脂,按第 2 章的规定。  
<sup>b</sup> 深度 D 在长度方向应均匀。

图 7 已刻痕试件

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

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

在试件弯曲 5 min~10 min 之后,将试样架插入到 8.2.12 所述的试管里。试管应充以 8.2.13 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 所述的加热容器中的架子上并开始计算时间。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,容器中不能有试片失效。如有一个试件失效,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。重复试验不能有一个试件失效。

### 8.8 步骤 A 和步骤 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            °C		165~170
—— 压力            kN		50~200
—— 时间            min		2
试片的处理:		
—— 温度范围 <sup>a</sup> °C		见注 a
—— 冷却速度        °C/h		5±2
试验条件:		
—— 试剂浓度 <sup>b</sup> %	100	10
—— 温度            °C		50.0±0.5
—— 时间(最少)       h	24	48
要求:		
—— 最多失效数	5 个试样(F50)	0 个试样(F0)
<sup>a</sup> 起始温度按聚合物类型: 低密度聚乙烯: 145 °C±2 °C; 中密度聚乙烯: 155 °C±2 °C; 高密度聚乙烯: 165 °C±2 °C。 终止温度为 29 °C±1 °C		
<sup>b</sup> 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

注:空气热老化后的卷绕试验现在按 GB/T 2951.42—2008 第 10 章进行。

## 10 熔体指数测定

### 10.1 概述

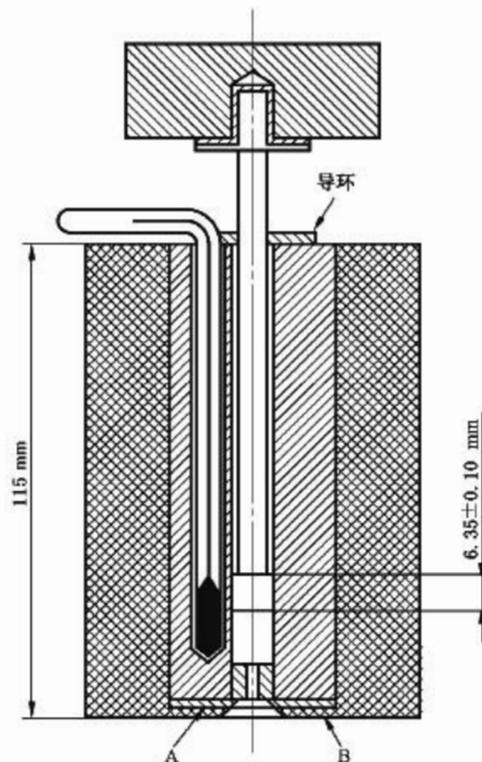
聚乙烯和聚乙烯混合物的熔体指数(MFI)是指在 190 °C 温度下,按采用的方法确定的在负荷作用下通过一个规定的出料模,在 1.5 min 或 10 min 时间内所挤出的材料的数量。

注 1:ISO 1133 规定了同样的方法。

注 2: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。



东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电线、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

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)

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  $190\text{ }^{\circ}\text{C}$  工作,钢筒长至少  $115\text{ mm}$ ,内径在  $9.5\text{ mm}\sim 10\text{ mm}$  之间,并且符合 10.2 中 b) 项要求。如果裸露的金属表面积超过  $4\text{ cm}^2$ ,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  $3\text{ mm}$ )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  $135\text{ mm}$ 。活塞头长度为  $(6.35\pm 0.10)\text{ mm}$ ,直径应比钢筒工作长度上各处的内径小  $(0.075\pm 0.015)\text{ mm}$ 。此外,为计算负载(见 10.2 中 c) 项),活塞头的直径应为已知值,公差为  $\pm 0.025\text{ mm}$ 。活塞头下边缘有  $0.4\text{ mm}$  半径的圆角,上边缘磨去锐边,在活塞头上方的活塞的直径缩小至约为  $9\text{ mm}$ ,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)  $P=21.2\text{ N}$

用方法 C 时(见 10.6)  $P=49.1\text{ N}$

d) 加热器

使钢筒里的聚乙烯保持在  $(190\pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温度下,推荐使用自动控温装置。

e) 温度测量装置

测温装置应尽可能靠近出料模,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  $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

f) 出料模

用硬质钢制成的出料模的长度为  $(8.000\pm 0.025)\text{ mm}$ ,其平均内径在  $2.090\text{ mm}$  和  $2.100\text{ mm}$

之间并在其长度上保持均匀,偏差在 $\pm 0.005\text{ mm}$ 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 $\pm 0.0005\text{ g}$ 。

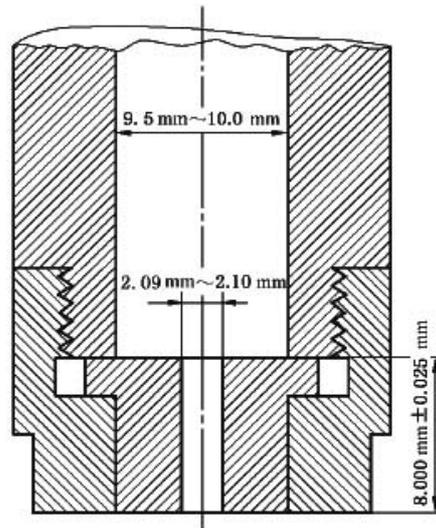


图9 出料模(小外径钢筒及固定出料模的示例)

### 10.3 试样

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

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煤油。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)。试验开始之前钢筒及活塞的温度应在 $(190 \pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ 温度下保持 $15\text{ min}$ ,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10.2中e)项]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 $(190 \pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ 温度下与符合10.2中e)项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 $4\text{ min}$ ,此时的钢筒温度应回升到 $(190 \pm 0.5)\text{ }^\circ\text{C}$ ,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，并计算平均质（重）量。

如果分别称得的最大质（重）量与最小质（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 试验结果表示方法

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，单位 g/600 s。

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

式中：

MFI——每 10 min 的克数；

$m$ ——取料质（重）量的平均值，单位为克（g）；

$t$ ——取料的时间间隔，单位为秒（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质（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。

注 2：190——试验温度，℃；

20（或 50，对方法 C）——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质（重）量按表 1 规定。

表 1 方法 A 和方法 C 的取料时间间隔（作为熔体指数的函数）及投入钢筒试料质（重）量

熔体指数 MFI	投入料筒的试料的质（重）量/g	取料时间间隔/s
0.1~0.5	4~5	240
0.5~1	4~5	120
1~3.5	4~5	60

### 10.6.3 试验结果表示方法

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，单位 g/150 s。

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

注：用较重的负载（50 N）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。

## 11 聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测定——直接燃烧法

### 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 0.000 1 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 0.000 1 g,减去燃烧舟的质(重)量即得到聚乙烯试样的质(重)量(质(重)量 A),精确到 0.000 1 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 ℃~650 ℃)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。使含氧量小于 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。

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 (600±5) ℃。然后在此温度下保持 10 min。再将出口管从冷凝器(若有)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 min~30 min 并重新称重,测定残留物的质(重)量精确到 0.000 1 g(残留物质(重)量 B)。

然后,再将此燃烧舟放入燃烧管,在 (600±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,测定残留物的质(重)量精确到 0.000 1 g(残留物质(重)量 C)。

### 11.3 试验结果表示方法

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

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

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

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

## 12 热重分析法测量聚烯烃混合物中的碳黑含量

注:测量聚乙烯中碳黑含量时,本方法可以作为第 11 章的替代方法。在有争议的情况下,第 11 章所述的直接燃烧法应作为基准方法。

### 12.1 原理

在热重分析仪中加入一份已称重的试样,从 100 ℃ 开始加热到 950 ℃,升温速率 20 K/min。

注 1:起始温度 100 ℃ 是实用的,由于冷却时间缩短,后续的试验能较早完成。

首先,用不含氧气的干燥氮气吹洗试样。温度达到 850 ℃ 时,将干燥氮气切换成“混合空气”。此时碳黑开始燃烧。

注 2:氮气吹洗期间,温度接近 800 ℃ 前的质(重)量损失由聚合物的降解和少量组分损失引起。

### 12.2 试剂

——含氧量小于 10 mg/kg 的干燥氮气。

——干燥“混合空气”(80%氮气和 20%氧气的混合气体)。

### 12.3 试验设备

——热重分析仪;

——气体转换开关;

——自动绘图仪;

——分析天平。

## 12.4 试验步骤

### 12.4.1 设备参数

- a) 起始温度 100 ℃；
- b) 加热速率 20 K/min；
- c) 终止温度 950 ℃；
- d) 称重试样 5 mg~10 mg；
- e) 低于 850 ℃的吹洗气体：氮气；
- f) 850 ℃~950 ℃的吹洗气体：“混合空气”。

### 12.4.2 操作

按仪器制造商的说明书和 12.4.1 所述参数操作设备。将尽可能薄的片状试样放在坩埚底部。开始加热前用氮气吹洗至少 5 min，确保获得无氧气氛。

### 12.4.3 试验结果评定

混合物的碳黑含量由每一单独试样在 850 ℃~950 ℃干燥“混合空气”中燃烧时的质(重)量改变确定。950 ℃同时产生的燃烧残渣是灰分。

## 13 聚乙烯中碳黑分散度的评估试验

### 13.1 概述

评估试验应按 ISO 18553 进行。本方法适用于聚乙烯混合物或挤包层(例如护套)。

注：本方法仅适用于碳黑含量小于 3% 的聚乙烯。

ISO 18553 给出两种准备样品的步骤。任一种都可以使用，但推荐使用下述步骤：

- 压缩步骤主要用于聚乙烯混合物，但挤包层也可使用；
- 显微镜用薄片切片机步骤用于聚乙烯挤包层。

### 13.2 试验步骤

按照 ISO 18553，准备规定数量的样品。

采用 ISO 18553 所述显微检测技术，检查试件以确定：

- a) 分散度；
- b) 外观等级。

### 13.3 试验结果表示方法

用 ISO 18553 所述方式表示检查结果。

### 13.4 标准要求

除非相关电缆标准有规定，应采用 ISO 18553 附录 D 推荐的极限来指示可接受的碳黑分散度。

注：ISO 18553 附录 D 提供了：

推荐采用下述极限：

等级：平均值(见 5.1)  $\leq 3$ 。

外观等级：不能差于附录 B 的 B 显微图(即：相当于显微图 A. 1, A. 2, A. 3 和 B 的分散等级才可以接受)。

附录 A  
(资料性附录)  
仪器和试剂

A.1 仪器

购买 8.2.8、8.2.9 及 8.2.10 所述的试验仪器的地址：

MM 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

A.2 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 2951.41—2008/IEC 60811-4-1:2004

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 28 千字  
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-33427



GB/T 2951.41-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.42—2008/IEC 60811-4-2:2004  
代替 GB/T 2951.9—1997

## 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 42 部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验 方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率 试验——高温处理后卷绕试验——空气热老 化后的卷绕试验——测定质量的增加—— 长期热稳定性试验——铜催化氧化降解 试验方法

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 42: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds—  
Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature—Wrapping test after conditioning at elevated temperature—Wrapping test after thermal ageing in air—Measurement of mass increase—Long-term stability test—Test method for copper-catalyzed oxidative degradation

(IEC 60811-4-2:2004, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 42 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-4-2:2004《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4-2 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法》(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 42 部分”代替“第 4-2 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 本部分 1.2 引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 本部分在 IEC 60811-4-2 原文第 4 章未与 IEC 60811-4-2 的标准名称中增加的“和光缆”相协调处增加了“光缆”。

本部分代替 GB/T 2951.9—1997《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 附件 B：铜催化氧化降解试验方法》。

本部分与 GB/T 2951.9—1997 相比主要变化如下：

- 本部分名称修改为：“电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法”；
- 与本部分名称相对应,英文名称修改为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 42: Methods specific to polyethylene and poly-

- propylene compounds—Tensile strength and elongation at break after conditioning at elevated temperature—Wrapping test after conditioning at elevated temperature—Wrapping test after thermal ageing in air—measurement of mass increase—Long-term stability test—Test method for copper-catalyzed oxidative degradation”;
- 第 1 章标题“范围”修改为“概述”，之下分为两条，1.1“范围”，新增 1.2“规范性引用文件”（1997 版的第 1 章；本版的第 1 章）；
  - 前版标准的第 4 章“定义”变更为本版的第 2 章“术语和定义”（1997 版的第 4 章；本版的第 2 章）；
  - 前版标准的第 3 章“适用范围”变更为本版的第 4 章，并增加了“光缆”（1997 版的第 3 章；本版的第 4 章）；
  - 第 8 章标题由“预处理后的断裂伸长率”变更为“高温处理后的抗张强度和断裂伸长率”（1997 版第 8 章；本版的第 8 章）；
  - 8.1 中“绝缘厚度小于 0.8 mm”变更为“绝缘厚度大于 0.8 mm”，并增加了“和直接接触填充膏的聚烯烃护套”（1997 版 8.1；本版的 8.1）；
  - 8.2 标题由“预处理步骤”变更为“处理步骤”；填充膏预热温度的允许偏差由“±1 ℃”修改为“±2 ℃”；增加了关于“滴点”定义的“注”；补充了对护套试样处理的陈述（1997 版 8.2；本版的 8.2）；
  - 前版标准中 8.3、8.4 和 8.5 合并为本版的 8.3“高温处理后的抗张强度和断裂伸长率”（1997 版 8.3、8.4 和 8.5；本版的 8.3）；
  - 前版标准中 8.6“试验结果评定”变更为本版的 8.4（1997 版 8.6；本版的 8.4）；
  - 第 9 章标题由“预处理”变更为“高温处理”（1997 版第 9 章；本版的第 9 章）；
  - 9.1 关于试样绝缘厚度范围的规定由“小于 0.8 mm”修改为“小于或等于 0.8 mm”（1997 版 9.1；本版的 9.1）；
  - 新增了试样“处理步骤”的 9.2，其后条文编号顺延（1997 版无；本版的 9.2）；
  - 9.3 与等同于 2004 版 IEC 60811-4-1 的 GB/T 2951.41 中第 9 章相适应，试样卷绕试验的方法改为引用本部分的 10.5.2，并对“发泡绝缘”明确了包括“带皮泡沫绝缘”（1997 版 9.2；本版的 9.3）；
  - 9.4 中对于“如果有一个试件开裂，试验可再重复一次”的规定，明确了试验“仅”可再重复一次（1997 版 9.3；本版的 9.4）；
  - 10.1 关于试样绝缘厚度范围的规定由“小于 0.8 mm”修改为“小于或等于 0.8 mm”（1997 版 10.1；本版的 10.1）；
  - 10.4 明确试样放入试验箱时试验箱应“已预热”（1997 版 10.4；本版的 10.4）；
  - 10.5 拆分为两条下级条文“10.5.1”和“10.5.2”。在 10.5.2 中增加规定了试样卷绕圈数为“10 圈”，并明确试样放入试验箱时试验箱应“已预热”（1997 版 10.5；本版的 10.5）；
  - 11.3 中填充膏预热温度的允许偏差由“±1 ℃”修改为“±2 ℃”，并增加了关于填充膏滴点定义的“注”（1997 版 11.3；本版的 11.3）；
  - 增加 A.2 章“条件处理”，其后章的编号顺延（1997 版无；本版的第 A.2 章）；
  - A.3.3 中“读数分辨至 0.2 ℃”修改为“0.1 ℃”，增加了“总的测量不确定度不超过 0.2 ℃”的规定（1997 版 A2.3；本版的 A.3.3）；
  - A.5.1.3 中增加了“可以选择附录 B 的 OIT 试验，测得的氧化诱导时间应至少 2 min。”（1997 版 A.4.1.3；本版的 A.5.1.3）；
  - A.5.1.4 中将前版切制“五个”样段的规定修改为“至少三个”（1997 版 A4.1.4；本版的 A.5.1.4）；

- A. 5.2.1 中填充膏预热温度的允许偏差由“ $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”修改为“ $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”(1997 版 A4.2.1;本版的 A.5.2.1);
- B.1 删除了前版中本条文的第二段文字(1997 版 B1;本版的 B.1);
- B.2.1 增加了“能保持试验温度恒定在  $0.2\text{ K}$  以内”(1997 版 B2.1;本版的 B.2.1);
- B.2.2 中读数分度由“ $1\text{ min}$ ”修改为“ $0.1\text{ min}$ ”(1997 版 B2.2;本版的 B.2.2);
- B.3 中对于“适当数量的带导体试样”增加了“(如不同颜色的 4 个试样)”的说明(1997 版 B3;本版的 B.3);
- B.4.2 中将对作为温度基准材料的“钢”的重量规定修改为对试样重量的规定(1997 版 B4.2;本版的 B.4.2);
- B.6.2“ $190\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  的温度范围”修改为“ $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  试验温度”,增加了“开始记录温谱图”,增加了“允许省略掉在氮气中预热程序,直接从试验温度开始,以简化操作。”(1997 版 B6.2;本版的 B.6.2);
- B.6.6 中重复试验次数由“4 次”修改为“3 次”,于是所获温度曲线由“5 条”修改为“4 条”(1997 版 B6.6;本版的 B.6.6);

本部分的附录 A 和附录 B 均为规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:上海电缆研究所。

本部分主要起草人:李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 2951.9—1997;

——GB 2951.42—1994。

**电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法**  
**第 42 部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验**  
**方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率**  
**试验——高温处理后卷绕试验——空气热老**  
**化后的卷绕试验——测定质量的增加——**  
**长期热稳定性试验——铜催化氧化降解**  
**试验方法**

## 1 概述

### 1.1 范围

GB/T 2951 的本部分规定了配电及通信用电缆和光缆,包括船舶及近海用电缆和光缆的聚合物绝缘和护套材料的试验方法。这些试验方法适用于聚烯烃绝缘和护套。

### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2951.11—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料的通用试验方法 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(IEC 60811-1-1:1993, IDT)

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(IEC 60811-1-3:1993, IDT)

ISO 188 硫化或热塑性橡皮——加速老化和耐热试验

## 2 术语和定义

为便于试验,应区分低密度、中密度和高密度聚乙烯(23 °C):

聚乙烯类型	23 °C时密度 <sup>a</sup> /(g/cm <sup>3</sup> )
低密度聚乙烯	≤0.925
中密度聚乙烯	>0.925, ≤0.940
高密度聚乙烯	>0.940

<sup>a</sup> 这些密度是指未填充树脂。测定方法按 GB/T 2951.13—2008 第 8 章的规定。

## 3 试验原则

本部分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。

本部分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。

## 4 适用范围

本部分规定的试验条件和试验参数适用于电缆、光缆、电线和软线的最常用类型的绝缘和护套

材料。

## 5 型式试验和其他试验

本部分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,本部分已指明了这些区别。

## 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 高温处理后的抗张强度和断裂伸长率

### 8.1 一般规定

本试验适用于绝缘厚度大于 0.8 mm 的填充式电缆的聚烯烃绝缘和直接接触填充膏的聚烯烃护套。

### 8.2 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)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±2)℃,7×24 h——对标称滴点为 50℃~70℃(包括 70℃)的填充膏;

(70±2)℃,7×24 h——对标称滴点为 70℃以上的填充膏。

注:滴点的定义见 GB/T 2951.51—2008 的第 4 章。

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,然后用适当的方法从电缆中取出护套和绝缘线芯,并用合适的方式清洁。

### 8.3 高温处理后的抗张强度和断裂伸长率

按照 9.2 处理好的试件,不应进行任何老化处理,应根据电缆标准的要求按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章进行抗张强度和/或断裂伸长率试验。

### 8.4 试验结果表示方法

试验结果取抗张强度和断裂伸长率的中间值。

## 9 高温处理后卷绕试验

### 9.1 一般规定

本试验适用于绝缘厚度小于或等于 0.8 mm 的聚烯烃绝缘的填充式电缆试样。

### 9.2 处理步骤

试件应按 8.2 规定处理。应从电缆中取出被试绝缘线芯并用合适的方式清洁。

### 9.3 试验步骤

按照 9.2 处理好的试件,应按 10.5.2 方法进行卷绕试验。

对于绝缘厚度小于或等于 0.2 mm 的发泡绝缘(包括带皮泡沫绝缘),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<sup>2</sup>。

### 9.4 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,试验仅可以再重复一次。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

## 10 空气热老化后卷绕试验

本章规定的方法应考虑作为聚烯烃绝缘的老化方法,因此将其包括在本部分内。

### 10.1 一般规定

本试验方法适用于绝缘厚度小于或等于 0.8 mm 的非填充式电缆的聚烯烃绝缘和填充式电缆干燥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,仔细地去掉试件的外护套、编织层(若有)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 制备好的试件垂直悬挂在已预热试验箱的中部。试验箱应符合 10.2.3 规定。试验温度和时间应为  $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,  $14 \times 24$  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,应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

10.5.1 将按 10.3 制备并按 10.4 老化处理后的试件,在环境温度下进行卷绕。

10.5.2 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,试件的另一端应借助 10.2.2 规定的装置在金属试棒上进行 10 圈卷绕。卷绕速度约  $1 \text{ r/5 s}$ 。

试棒直径取 1 倍~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,置于已加热试验箱的中部,在  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  温度下放置 24 h。试验箱应符合 10.2.3 规定。

### 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之间可能产生的相互影响,本试验的目的仅用于选择材料。

### 11.2 取样

从填充工艺之前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±2)℃——对滴点为 50℃~70℃(包括 70℃)的填充膏;

(70±2)℃——对滴点为 70℃以上的填充膏。

注:滴点的定义见 GB/T 2951.51—2008 的第 4 章。

此试件的中间部分至少应有 500 mm 长浸入填充膏中,并不应与玻璃容器壁和其他试件相接。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。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

**附录 A**  
(规范性附录)  
**长期热稳定性试验**

注：本试验方法仅适用于铜导体线对通信电缆。配电电缆的类似的试验方法正在考虑之中。

### A.1 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。特别是聚烯烃绝缘在运行中应具有足够的耐老化性能。对于填充式聚烯烃绝缘电缆,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,需要一种如附录 B 所述的短期试验方法。

### A.2 条件处理

两种不同试验温度和时间的条件处理方式,按照电缆标准规定的使用条件和环境的苛刻程度,可以任选其一:

- 条件 A:100 °C,42 天,一般适用于 50 °C 以下普通使用条件的装置或电缆的绝缘,例如直埋电缆、管道电缆、电热槽或在温和气候地面上暴露使用的电缆;
- 条件 B:105 °C,42 天,适用于炎热条件下在地面上使用的装置或电缆的绝缘,例如控制柜、终端盒。

### A.3 试验设备

#### A.3.1 符合 ISO 188 规定的空气烘箱,特别需符合如下要求:

- 试验期间的平均温度应控制在规定温度的 $\pm 0.5$  °C 内。
- 试验期间的最大温度偏差应不超过规定温度的 $\pm 1.0$  °C。
- 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: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。

#### A.3.2 空气流量计,测量范围应由 A.3.1 规定的空气烘箱的尺寸来决定。

#### A.3.3 热电偶或温度计,读数分辨至 0.1 °C,总的测量不确定度应不超过 0.2 °C。

#### A.3.4 天平,精确到 0.5 mg,感量 0.1 mg。

### A.4 取样

从非填充式电缆或填充式电缆上取样,每种颜色取三根试样,试样长度为 2 m。每个试样构成一个试件。

### A.5 试验步骤

#### A.5.1 非填充式电缆

A.5.1.1 试件应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。

A.5.1.2 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下部。用热电偶或合适的温度计检验线圈中部空气的温度,是否保持在条件 A 或条件 B 规定的温度。

每种颜色应取三个试件。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 mm~5 mm。试件与试件之间,试件与容器壁之间应互不接触。

注:推荐使用记录装置监控试验期间的温度。

A.5.1.3 规定的试验时间结束后,应从空气烘箱内取出试件,使其冷却到环境温度后:

- a) 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;
- b) 再称重试样,应精确至 0.1 mg,质量增加应不超过 1 mg。

可以选择附录 B 的 OIT 试验,测得的氧化诱导时间应至少 2 min。

A.5.1.4 按 A.5.1.3 检查过的试件,应再进行如下试验:

将试件等间距的切成至少三个 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。这样制成的样段应悬挂在(60±2)℃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。

## A.5.2 填充式电缆

A.5.2.1 试件应在相应的填充膏内预处理 7 天,预处理温度按如下规定:

(60±2)℃——填充膏的滴点大于 50 ℃,小于或等于 70 ℃时;

(70±2)℃——填充膏的滴点大于 70 ℃时。

注:滴点的定义见 GB/T 2951.51—2008 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,则应在处理后小心地取出试件。

A.5.2.2 预处理后,应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 A.4 中规定的长度。

A.5.2.3 然后,应按 A.5.1.1~A.5.1.4 规定步骤进行试验。

## 附 录 B

## (规范性附录)

聚烯烃绝缘导线的铜催化氧化降解试验方法  
(氧化诱导期(OIT)试验)

## B.1 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。

本附录给出的 OIT 试验方法适用于铜催化氧化降解试验。

## B.2 试验设备

B.2.1 差热分析仪或差示扫描量热仪。升温速率应至少为 $(20 \pm 1)$  K/min,能保持试验温度恒定在 0.2 K 以内,并能自动记录试样与基准材料之间的温差(或传热差),灵敏度和精度应符合要求。

B.2.2 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 $\pm 1\%$ ,可读至 0.1 min。

B.2.3 高纯度的氮气和氧气的气体转换开关和调节器。

B.2.4 分析天平,可称量 30 g,感量及重复性应至 $\pm 0.1$  mg。

B.2.5 试样杯:铝杯,其直径和高度均约 6 mm~7 mm 或仪器制造商提供的类似大小的杯子。

## B.3 取样

应从绝缘导线上切取适当数量(如不同颜色的 4 个试样)的带导体试样,试样长约 4 mm,这样可得到 3 mg~5 mg 的绝缘材料。

## B.4 仪器校准

B.4.1 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。

B.4.2 将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约 6 mg 试样、参照用铝杯及盖。

如果需要清洁试样、铝杯及盖,可用石油醚或其他合适的溶剂清除污染物。

B.4.3 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。

B.4.4 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 B.1)。

## B.5 仪器准备

B.5.1 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 $(50 \pm 5)$  mL/min。

B.5.2 将按 B.3 规定制取的电线试样装入铝杯(见 B.4.2)。

B.5.3 将制备好的电线绝缘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。

B.5.4 用氮气吹洗 5 min,应按要求检查流量并重复调节至 $(50 \pm 5)$  mL/min。

B.5.5 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。

B.5.6 调节加热速率至 20 K/min。

### B.6 试验步骤

B.6.1 开始程序加热,记录升温过程。

B.6.2 继续加热到规定的试验温度,控制在 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 的范围,停止程序加热,使试样温度达到恒温。开始记录温谱图。已确定  $200\text{ }^\circ\text{C}$  的试验温度对聚乙烯是恰当的。允许省略掉在氮气中预热程序,直接从试验温度开始,以简化操作。

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 $(50\pm 5)\text{ mL/min}$ 。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( $T_0$ )。

B.6.3 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 B.2)。

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。

B.6.4 试验结束后,关闭记录仪,将气体选择器阀门切换成氮气。

B.6.5 使仪器冷却到起始温度。

B.6.6 在新试样上再重复进行 3 次全过程试验。这样总共获得 4 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。

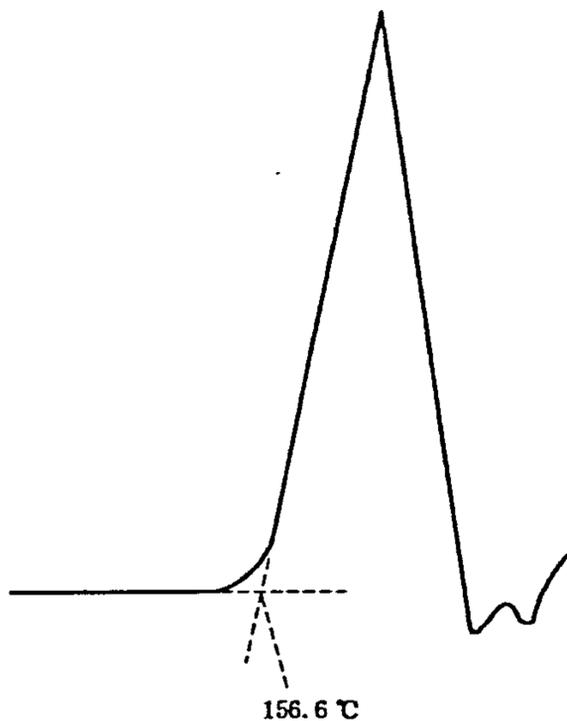
### B.7 计算

B.7.1 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 B.2)。

B.7.2 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。

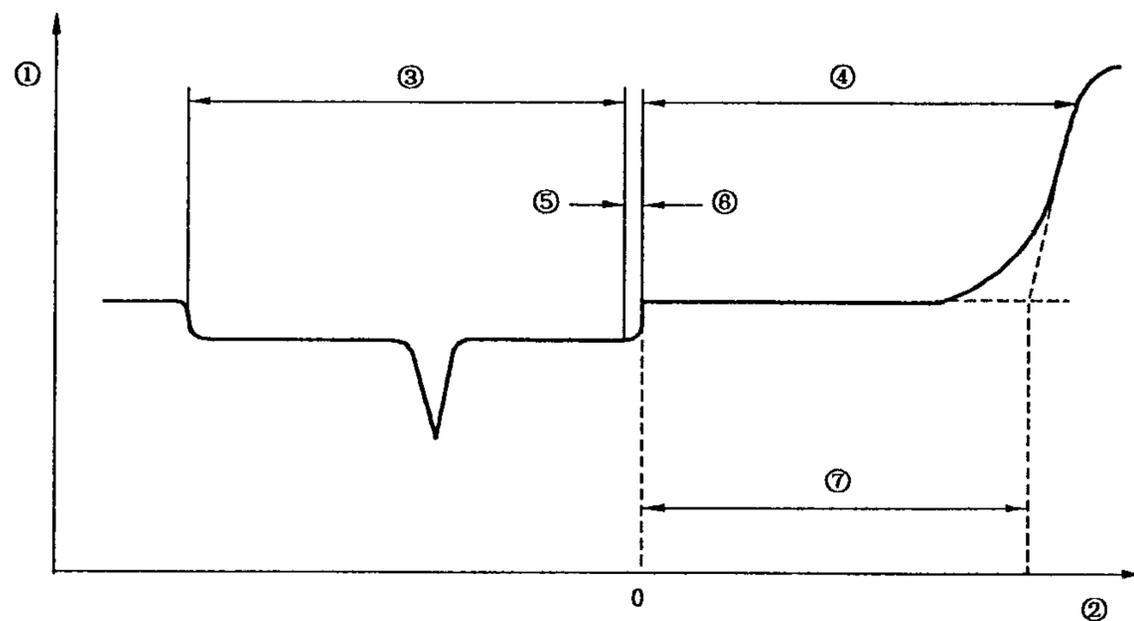
### B.8 试验报告

- a) 试样识别标志;
- b) 试验温度;
- c) 计算 4 次测定的 OIT 的平均值及标准偏差,单位为 min。



注:将波峰起始线的外推线与基线外推线的相交点定义为  $156.6\text{ }^\circ\text{C}$ 。

图 B.1 钢的熔融吸热图



图例：

- ①—— $\Delta$  能量或  $\Delta T$ ；
- ②——时间；
- ③——程序加热(氮气)；
- ④——等温模式(氧气)；
- ⑤——等温操作转换；
- ⑥——氧气开关；
- ⑦——OIT。

图 B.2 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

电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法  
第42部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验  
方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率  
试验——高温处理后卷绕试验——空气热老  
化后的卷绕试验——测定质量的增加——  
长期热稳定性试验——铜催化氧化降解  
试验方法

GB/T 2951.42—2008/IEC 60811-4-2:2004

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街15号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字  
2008年10月第一版 2008年10月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-33428

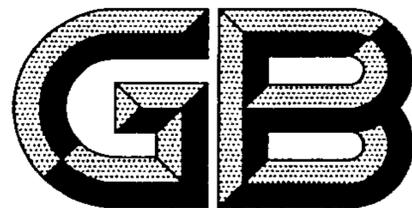
如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.42-2008



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.51—2008/IEC 60811-5-1:1990  
代替 GB/T 2951.10—1997

## 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 51 部分:填充膏专用试验方法—— 滴点——油分离——低温脆性—— 总酸值——腐蚀性——23 °C 时的介电常 数——23 °C 和 100 °C 时的直流电阻率

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 51: Methods specific to filling compounds—  
Drop point—Separation of oil—Lower temperature brittleness—Total acid number—Absence of corrosive components—Permittivity at 23 °C—DC resistivity at 23 °C and 100 °C

(IEC 60811-5-1:1990, IDT)

2008-06-26 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

GB/T 2951《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法》分为 10 个部分：

- 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；
- 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法；
- 第 13 部分：通用试验方法——密度测定方法——吸水试验——收缩试验；
- 第 14 部分：通用试验方法——低温试验；
- 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；
- 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；
- 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；
- 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；
- 第 42 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——高温处理后抗张强度和断裂伸长率试验——高温处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加——长期热稳定性试验——铜催化氧化降解试验方法；
- 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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。

本部分为 GB/T 2951 的第 51 部分。

本部分等同采用 IEC 60811-5-1:1990《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 5-1 部分：填充膏专用试验方法——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》以及 A1:2003“第 1 号修改单”(英文版)。

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

- 用“第 51 部分”代替“第 5-1 部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 删除国际标准的前言；
- 按照 IEC 60811 在 2000 年以后更新过版本的部分(例如 IEC 60811-4-2:2004)的方式,将第 1 章标题“范围”改为“概述”,之下分为两条,1.1“范围”,新增 1.2“规范性引用文件”,并将 IEC 60811-5-1 在其“前言”中列出的引用标准移入 1.2 中。

本部分代替 GB/T 2951.10—1997《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》。

本部分与 GB/T 2951.10—1997 相比主要变化如下：

- 标准名称修改为：“电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 51 部分：填充膏专用试验方法——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”,英文名称相应改变；
- 与本部分名称相对应,英文名称修改为：“Common test methods for insulating and sheathing materials of electric and optical cables—Part 51:Methods specific to filling compounds—Drop point—Separation of oil—Lower temperature brittleness—Total acid number—Absence of corrosive components—Permittivity at 23℃—DC resistivity at 23℃and 100℃”；

GB/T 2951.51—2008/IEC 60811-5-1:1990

- 第1章标题“范围”修改为“概述”，之下分为两条，1.1“范围”，新增1.2“规范性引用文件”（1997版的第1章；本版的第1章）；
- 第1章中增加了第1段“……规定了通信设备，包括船舶和近海用电缆和光缆的填充膏试验方法。”（1997版的第1章；本版的第1章）；
- 第3章变更为“试验条件和试验参数应在材料标准和产品标准中规定。”（1997版第3章；本版的第3章）。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：上海电缆研究所。

本部分主要起草人：李明珠、王申、朱永华、王春红、黄萱。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 2951.10—1997。

# 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法

## 第 51 部分:填充膏专用试验方法——

### 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

## 1 概述

### 1.1 范围

GB/T 2951 的本部分规定了通信设备,包括船舶和近海用电缆和光缆填充膏的试验方法。

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

### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2951 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 5654—2007 液体绝缘材料 相对电容率、介质损耗因数和直流电阻率的测量(IEC 60247:2004, IDT)

## 2 试验原则

本部分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

试验条件和试验参数应在材料标准和产品标准中规定。

## 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;

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信:13926868050

尺寸单位为毫米

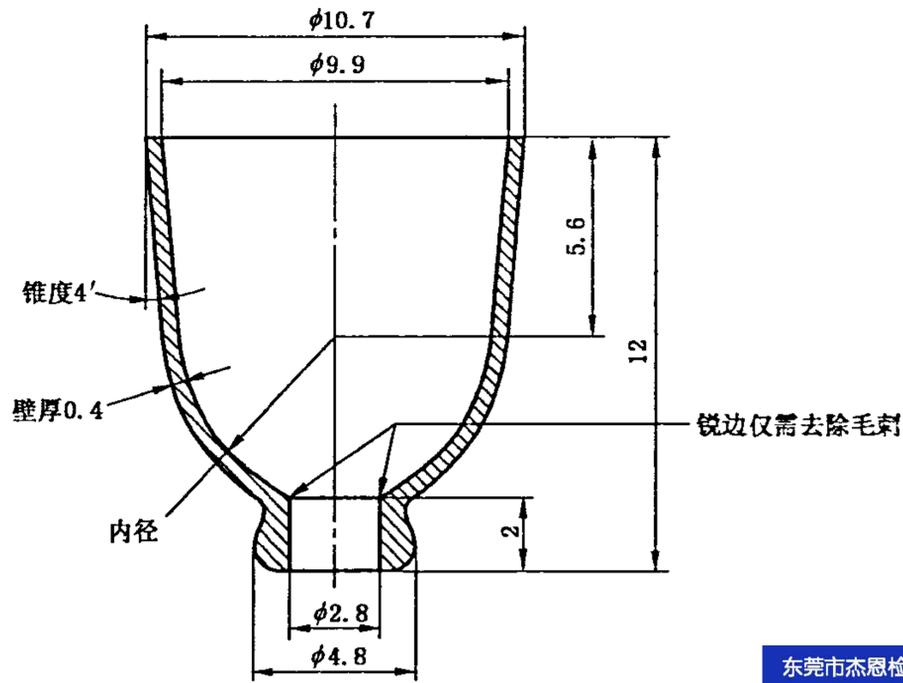


图 1 杯

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

——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;

尺寸单位为毫米

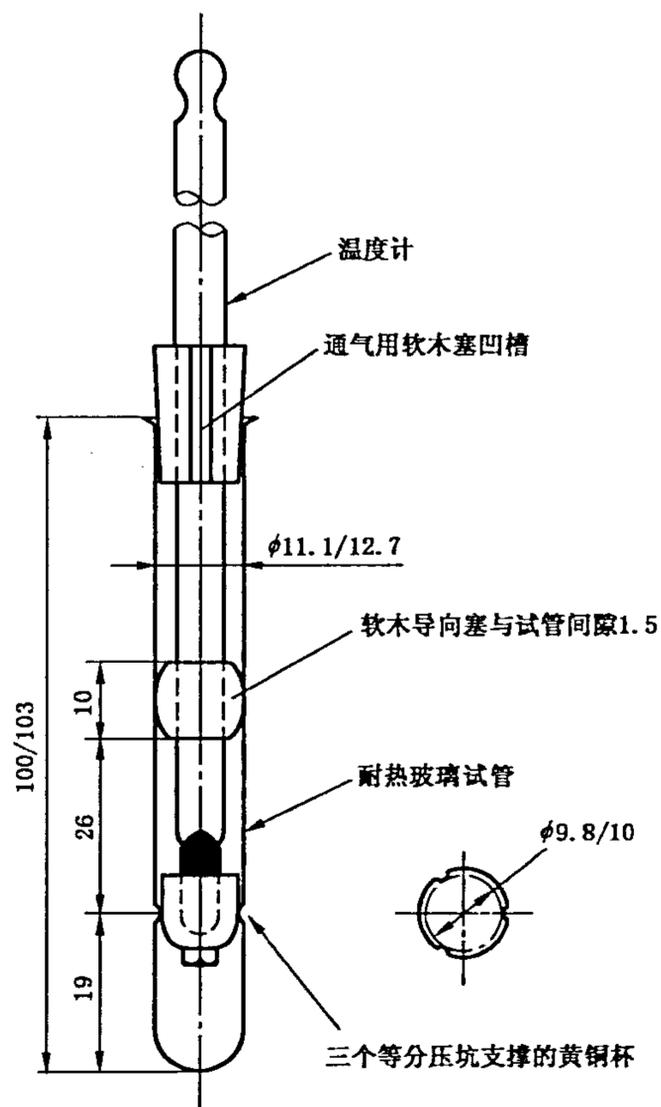


图 2 仪器装配图

- 温度计,按摄氏度分度,分度至 $1^{\circ}\text{C}$ ,测温范围为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。水银球长为 $10\text{ mm}\sim 15\text{ mm}$ ,直径为 $5\text{ mm}\sim 6\text{ mm}$ (浸入部分为 $76\text{ mm}$ );
- $400\text{ mL}$ 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 $1.2\text{ mm}\sim 1.6\text{ mm}$ ,长度为 $150\text{ mm}$ 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其测温头的底端高于杯底 $3\text{ mm}$ ,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 $25\text{ mm}$ ,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,而在杯子里面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 $6\text{ mm}$ 。如适当调整试管中放置温度计的软木塞,可使温度计上 $76\text{ mm}$ 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 $4\text{ K/min}\sim 7\text{ K/min}$ 的速度加热。直到油浴温度比预计的填充膏滴点低约 $17^{\circ}\text{C}$ 时降低加热速率,使油浴温度再增加 $2.5\text{ K}$ 之前,试管温度比油温低 $2^{\circ}\text{C}$ 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 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。当油浴以大约 $1\text{ K/min}\sim 1.5\text{ K/min}$ 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 $7.0\text{ mm}$ 的钢球放入杯内后钢球顶部与试管底部开口相距 $(12.2\pm 0.15)\text{ mm}$ 。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 $(8.0\pm 0.1)\text{ mm}$ ,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。

温度计以摄氏度分度,范围为 $20^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ,刻度分度为 $1^{\circ}\text{C}$ ,测温头最大长度为 $6\text{ mm}$ ,直径为 $3.35\text{ mm}\sim 3.65\text{ mm}$ (浸入部分为 $100\text{ mm}$ )。

耐热玻璃试管,长为 $(110\pm 2)\text{ mm}$ ,内径为 $(25\pm 1)\text{ mm}$ 。

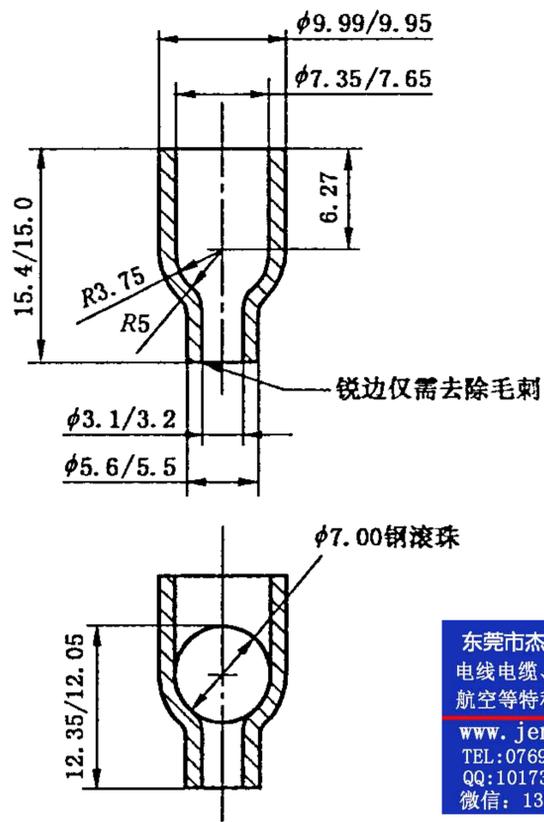
足够大的烧杯,能让试管垂直浸入加热介质中达三分之二的长度,并且距离烧杯底 $25\text{ mm}$ 。用搅拌器搅拌以保证整个油浴温度均匀一致。

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 $80^{\circ}\text{C}$ 以下的填充膏,推荐以水作为加热介质;对滴点高于 $80^{\circ}\text{C}$ 的填充膏,推荐以甘油或轻油作为加热介质。

尺寸单位为毫米



东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
 电线电缆、光缆、汽车电线、机车电缆、  
 航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
[www.jentest.com](http://www.jentest.com) 26868050@163.com  
 TEL: 0769-83550009 15362887598  
 QQ: 1017349607 693984022 656863118  
 微信: 13926868050

图 3 杯

尺寸单位为毫米

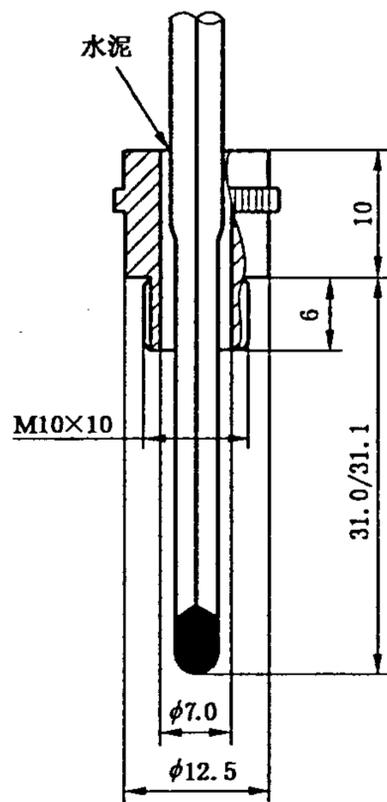


图 4 温度计和金属套

尺寸单位为毫米

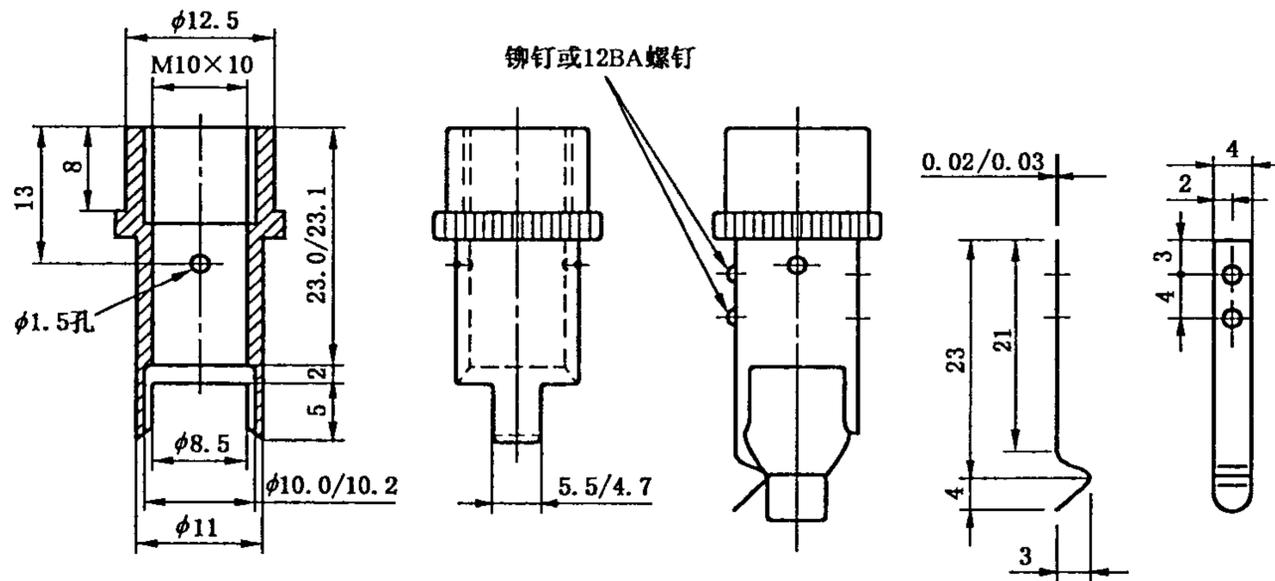


图 5 金属盒体

#### 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 °C 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。

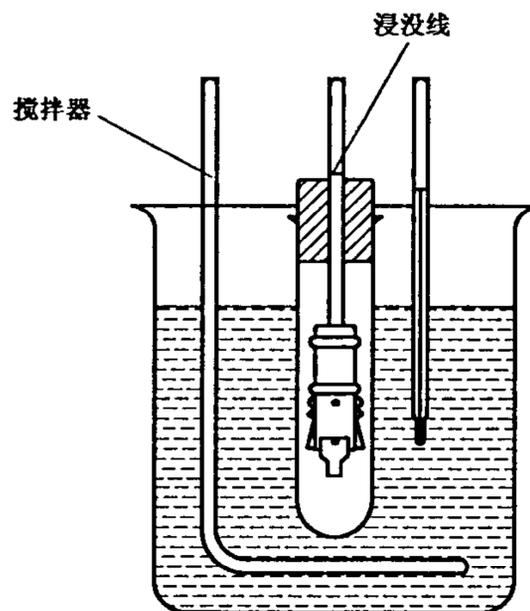


图 6 仪器装配图

#### 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,应精确到 1.0 °C。

东莞市杰恩检测设备有限公司专业生产  
电线电缆、光缆、汽车电线、机车电线、  
航空等特种电缆、连接器等检测仪器设备  
www.jentest.com 26868050@163.com  
TEL:0769-83550009 15362887598  
QQ:1017349607 693984022 656863118  
微信: 13926868050

## 5 油分离

### 5.1 概述

本试验用来测定填充膏在 50 °C 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。

尺寸单位为毫米

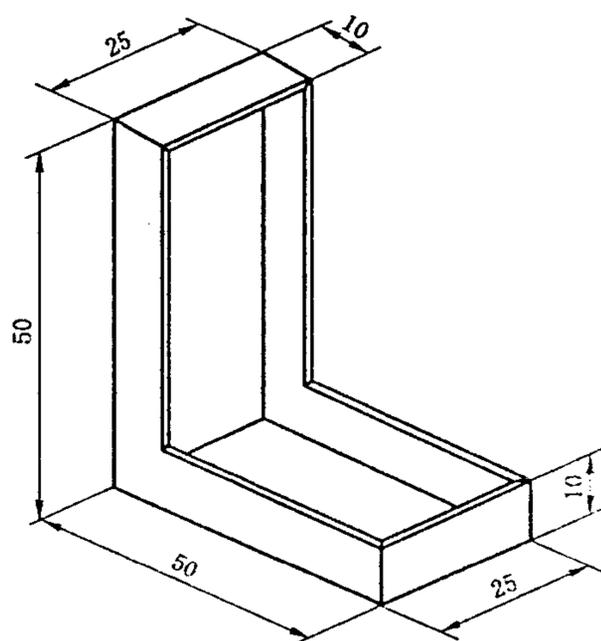


图 7 带两垂直盒体的直角箱体

### 5.3 试验步骤

将填充膏加热至融熔并搅拌均匀,将熔化的填充膏填满直角形箱体中的一个箱体,将其放入预热至约 100 °C 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)°C,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(不考虑沿箱体边缘油的渗出)。

## 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 °C 的填充膏。

### 6.2 试验设备

尺寸为 170 mm×14 mm×0.9 mm 的铅合金片。

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

用钢丝刷清洁每个铅合金片,并置于平的底板上,然后将黄铜型板放在铅合金片上面,使其对称地覆盖铅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 $(-10\pm 1)^\circ\text{C}$ 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 $-10^\circ\text{C}$ 。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(0.1 N)

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 min~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  $[\text{Ba}(\text{OH})_2]$ ,再缓缓地煮沸溶液 5 min~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  $\text{CO}_2$  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。

注 2:NaOH 可代替 KOH。

#### 7.3.2 对-萘酚苯(p-Naphtholbenzein)指示剂溶液

按 7.3.3 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  $30^\circ\text{C}$  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

(CO<sub>2</sub>)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 可使其颜色反转变时,可认为已达到滴定终点。

注:当填充膏为酸性时,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,单位为毫升(mL);

B——空白滴定所需的 KOH,单位为毫升(mL);

N——KOH 液当量浓度;

W——所用试样质量,单位为克(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,进一步操作时应使用清洁的镊子。

将在(80±2)°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±2)°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 GB/T 5654—2007 规定的三电极试验杯测试方法一致。

### 9.2 对 GB/T 5654—2007 方法的补充

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±2)°C温度下进行。

## 10 23 ℃ 和 100 ℃ 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 GB/T 5654—2007 规定的三电极杯测试方法一致。

### 10.2 对 GB/T 5654—2007 方法的补充

应按 9.2 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。

附 录 A  
(资料性附录)  
对-萘酚苯的技术规范

A.1 外观

对-萘酚苯应为红色无定形粉末。

A.2 氯化物

氯化物含量应低于 0.5%。

A.3 可溶性

10 g 对-萘酚苯应完全溶解在 1 L 按 7.3.3 规定的滴定液中。

A.4 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  $\mu\text{m}$  峰处取的最小吸收值应为 1.20。

A.5 pH 范围

当用 7.3.2 规定的对-萘酚苯指示剂的 pH 值范围的方法测试时,指示剂应在 pH 为  $11 \pm 0.5$  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。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法  
第 51 部分:填充膏专用试验方法——  
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 2951.51—2008/IEC 60811-5-1:1990

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)  
电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

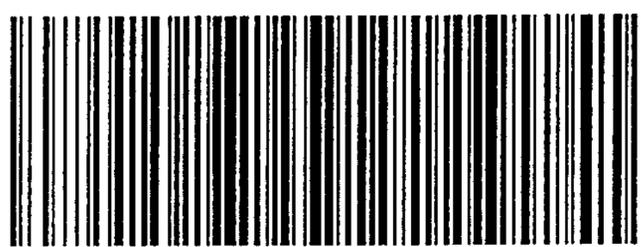
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22 千字  
2008 年 9 月第一版 2008 年 9 月第一次印刷

\*

书号: 155066 · 1-33429

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 2951.51-2008