



中华人民共和国国家标准

GB/T 2951.1~2951.10—1997
idt IEC 811

电缆绝缘和护套材料通用试验方法

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables

1997-10-28 发布

1998-10-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

前言	■
IEC 前言	V
GB/T 2951.1—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1节:厚度和外形尺寸测量——机械性能试验	1
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	15
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	23
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	29
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	37
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	42
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2节:失重试验——热稳定性试验	48
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——聚乙烯中炭黑和/或矿物质填料含量的测量方法	53
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 附录B:铜催化氧化降解试验方法	64
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	72

前 言

本标准 GB/T 2951.1~2951.10—1997 根据国际电工委员会(IEC)标准,IEC 811-1-1~811-5-1 的最新版本进行修订。

本标准是电线电缆的基础试验方法标准,广泛地被橡皮、塑料绝缘和护套电线电缆产品标准直接引用。为促进国际间的合作与统一,试验方法标准等同采用 IEC 标准是产品标准等同采用 IEC 标准的先决条件。本标准在技术内容和编写规则上与 IEC 811 等同。由于等同采用 IEC 标准,本标准中所用各物理量的计量单位均与 IEC 811 完全等同。

GB/T 2951 在总题目《电缆绝缘和护套材料通用试验方法》下由下列各部分和节组成:

GB/T 2951.1 第 1 部分:通用试验方法 第 1 节:厚度和外形尺寸测量——机械性能试验

GB/T 2951.2 第 1 部分:通用试验方法 第 2 节:热老化试验方法

GB/T 2951.3 第 1 部分:通用试验方法 第 3 节:密度测定方法——吸水试验——收缩试验

GB/T 2951.4 第 1 部分:通用试验方法 第 4 节:低温试验

GB/T 2951.5 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

GB/T 2951.6 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

GB/T 2951.7 第 3 部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法 第 2 节:失重试验——热稳定性试验

GB/T 2951.8 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

GB/T 2951.9 第 4 部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法 第 2 节:预处理后断裂伸长率试验——预处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加

附录 A:长期热稳定性试验

附录 B:铜催化氧化降解试验方法

GB/T 2951.10 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

本标准与 GB/T 2951.1~2951.21、2951.23~2951.37、2951.39~2951.42—94 标准在章节的编排上有较大的变动,它们的对应关系见 GB/T 2951.1—1997 附录 B。GB/T 2951.10—1997 中的全部试验方法均为首次制定的《电缆绝缘和护套材料通用试验方法》国家标准。

GB/T 2951.1—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.2~2951.6—94。

GB/T 2951.1—1997 的附录 A 和附录 B 是提示的附录。

GB/T 2951.2—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.7~2951.9—94。

GB/T 2951.3—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.19~2951.20—94、GB/T 2951.29~2951.30—94、GB/T 2951.33—94。

GB/T 2951.4—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.12~2951.14—94。

GB/T 2951.5—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.15—94、GB/T 2951.18—94 和 GB/T 2951.35—94。

GB/T 2951.6—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.16~2951.17—94、GB/T 2951.31~2951.32—94。

GB/T 2951.1~2951.10—1997

GB/T 2951.7—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.10~2951.11—94、GB/T 2951.40—94。

GB/T 2951.8—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.36—94、GB/T 2951.39—94、GB/T 2951.41~2951.42—94。

GB/T 2951.8—1997 的附录 A 是提示的附录。

GB/T 2951.9—1997 从实施之日起同时代替 GB/T 2951.42—94。

GB/T 2951.9—1997 的附录 A 和附录 B 是标准的附录。

GB/T 2951.10—1997 的附录 A 是提示的附录。

本标准从 1998 年 10 月 1 日起实施。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部上海电缆研究所归口。

本标准起草单位：机械工业部上海电缆研究所。

本标准主要起草人：庞惠娟、李明珠、徐麻华。

IEC 前言

1 IEC(国际电工技术委员会)是一个由各国国家电工技术委员会(IEC 国家委员会)组成的国际范围的标准化组织。IEC的宗旨是针对电气和电子领域标准化的所有问题促进国际间合作。为实现这一宗旨,IEC除组织各种活动以外,还出版国际标准。并委托各技术委员会制定这些标准。对某项标准感兴趣的任何国家委员会均可参与该标准的制定。与IEC有业务往来的国际组织、政府或非政府组织也可参与标准的制定。IEC与国际标准化组织(ISO)按双方协议条件紧密合作。

2 技术委员会代表各国家委员会对他们特殊关切的技术问题制定出的IEC正式决议或协议尽可能地表达出国际上对这些问题的一致意见。

3 这些决议或协议以标准、技术报告或导则的形式出版发行,以推荐文件的形式在国际间使用,并且这些文件在此意义上取得各国家委员会的认可。

4 为促进国际统一,各IEC国家委员会坦诚地以最大可能程度在各自国家和地区标准中采用IEC国际标准。IEC标准与相应的国家或地区标准的任何差异应在国家或地区标准中清楚地指出。

5 国际标准IEC 811-1-1、IEC 811-1-2、IEC 811-1-4、IEC 811-2-1、IEC 811-3-1、IEC 811-3-2和IEC 811-4-2是“IEC第20技术委员会:电缆”制定。

国际标准IEC 811-1-3是“IEC第20技术委员会的第20A分委员会:高压电缆”制定。

国际标准IEC 811-4-1是“IEC第20技术委员会:电缆”和“IEC第46技术委员会:通信和信号电缆、电线、波导、R.F.连接盒和附件”制定。

国际标准IEC 811-5-1是“IEC 46技术委员会:通信和信号电缆、电线、波导、R.F.连接盒和附件”制定。

5.1 IEC 811-1-1标准的第二版代替了1985年出版的第一版及它的勘误(1986)、第1号修正(1988)和第2号修正(1989)。

本标准文本以其第一版(1985)和它的第2号修正(1989)以及下列文件为基础:

DIS 文件	投票表决报告
20(CO)205	20(CO)208

投票表决批准该标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

附录A是制备试样用设备的操作原理,仅供参考。

附录B是IEC 811、IEC 538和IEC 540三个标准中各试验方法相对应的章节。IEC 811最终将代替IEC 538和IEC 540。

5.2 IEC 811-1-2标准文本以其第一版(1985)和它的第1次修正以及下列文件为基础:

六月法文件	投票表决报告
20(CO)152	20(CO)165
20(CO)181	20(CO)187

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.3 IEC 811-1-3标准的第二版代替了1985年的第一版及它的勘误(1986)、第1号修正(1990)和第2号修正(1993)。

本标准文本以其第一版和它的第1号修正、第2号修正以及下列文件为基础。

DIS 文件	投票表决报告
20A(CO)152	20A(CO)162

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.4 IEC 811-1-4 标准文本以其第一版(1985)和它的第 1 号修正(1993)以及下列文件为基础:

六月法/DIS 文件	投票表决报告
20(CO)154	20(CO)164
20(CO)204	20(CO)207

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.5 IEC 811-2-1 标准文本以其第一版(1986)和它的第 1 号修正(1994)以及下列文件为基础:

六月法/DIS 文件	投票表决报告
20(CO)157	20(CO)168
20(CO)198	20(CO)201
20(CO)204	20(CO)207

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.6 IEC 811-3-1 标准文本以其第一版(1985)和它的第 1 次修正(1994)以及下列文件为基础:

六月法/DIS 文件	投票表决报告
20(CO)158	20(CO)169
20(CO)209	20(CO)210

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.7 IEC 811-3-2 标准文本以其第一版(1985)以及下列文件为基础:

六月法/DIS 文件	投票表决报告
20(CO)159	20(CO)170

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.8 IEC 811-4-1 标准文本以其第一版(1985)和它的第 1 号修正(1988)以及下列文件为基础:

六月法文件	投票表决报告
20(CO)155	20(CO)166
46(CO)27	46(CO)30

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.9 IEC 811-4-2 标准文本以其第一版(1990)以及下列文件为基础:

六月法文件	投票表决报告	二月法文件	投票表决报告
46(CO)28*	46(CO)31	46/20(CO)41/190	46/20(CO)42/194
46/20(CO)32/176	46/20(CO)36/185		
46/20(CO)33/177	46/20(CO)37/186		

*：部分地。

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

5.10 IEC 811-5-1 标准文本以其第一版以及下列文件为基础：

六月法文件	投票表决报告
46(CO)28	46(CO)31

投票表决批准该标准的全部资料均可在上表列出的“投票表决报告”中查找到。

6 IEC 811 在总题目“电缆绝缘和护套材料通用试验方法”下由下列各部分和章组成：

IEC 811-1-1 第1部分：通用试验方法 第1节：厚度和外形尺寸测量——机械性能试验。

IEC 811-1-2 第1部分：通用试验方法 第2节：热老化试验方法。

IEC 811-1-3 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。

IEC 811-1-4 第1部分：通用试验方法 第4节：低温试验。

IEC 811-2-1 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。

IEC 811-3-1 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。

IEC 811-3-2 第3部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 第2节：失重试验——热稳定性试验。

IEC 811-4-1 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定方法。

IEC 811-4-2 第4部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法 第2节：预处理后断裂伸长率试验——预处理后卷绕试验——空气热老化后的卷绕试验——测定质量的增加。

附录 A—长期热稳定性试验。

附录 B—铜催化氧化降解试验方法。

IEC 811-5-1 第5部分：填充膏专用试验方法 第1节：滴点——油分膏——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

中华人民共和国国家标准

电缆绝缘和护套材料通用试验方法

第1部分:通用试验方法

第1节:厚度和外形尺寸测量

——机械性能试验

GB/T 2951.1—1997
idt IEC 811-1-1:1993

代替 GB/T 2951.1~2951.6—94

Common test methods for insulating
and sheathing materials of electric cables

Part 1: Methods for general application

Section one: Measurement of thickness and overall
dimensions—Tests for determining the mechanical properties

1 范围

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

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

1.1 引用标准

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

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

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

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

2 试验原则

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

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

3 适用范围

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

国家技术监督局 1997-10-28 批准

1998-10-01 实施

4 型式试验和其他试验

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

5 预处理

所有的试验应在绝缘和护套料挤出或硫化(或交联)后存放至少 16 h 方可进行。除非另有规定,任何试验前,所有试样包括老化或未老化的试样应在温度 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 下至少保持 3 h。

6 试验温度

除非另有规定,试验应在环境温度下进行。

7 定义

本标准采用下述定义:

7.1 最大拉力:试验期间负荷达到的最大值。

7.2 抗拉应力:试件未拉伸时的单位面积上的拉力。

7.3 抗张强度:拉伸试件至断裂时记录的最大抗拉应力。

7.4 断裂伸长率:试件拉伸至断裂时,标记距离的增量与未拉伸试样的标记距离的百分比。

7.5 中间值:将获得的数个试验数据以递增或递减次序排列,当有效数据的个数为奇数时,则中间值为正中间一个数值;若为偶数时,则中间值为中间两个数值的平均值。

8 厚度和外形尺寸的测量

8.1 绝缘厚度的测量

8.1.1 概述

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

在所有情况下,取样方法均应符合有关电缆产品标准的规定。

8.1.2 测量装置

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

有争议时,应采用读数显微镜测量作为基准方法。

8.1.3 试样制备

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

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

无护套扁平软线的线芯不应分开。

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

8.1.4 测量步骤

将试件置于测量装置的工作面上,切割面与光轴垂直。

a) 当试件内侧为圆形时,应按图 1 径向测量 6 点。如是扇形绝缘线芯,则按图 2 测量 6 点。

b) 当绝缘是从绞合导体上截取时,应按图 3 和图 4 径向测量 6 点。

c) 当试件外表面凹凸不平时,应按图 5 测量 6 点。

d) 当绝缘内、外均有不可去除的屏蔽层时,屏蔽层厚度应从测量值中减去。

当不透明绝缘内、外均有不可去除的屏蔽层时,应使用读数显微镜测量。

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

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

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

8.1.5 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

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

8.2 非金属护套厚度测量

8.2.1 概述

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

在所有情况下,取样方法均应符合有关电缆产品标准的规定。

8.2.2 测量装置

(8.1.2 条)

8.2.3 试样制备

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

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

8.2.4 测量步骤

将试件置于测量装置工作面上,切割面与光轴垂直。

a) 当试件内侧为圆形时,应按图 1 径向测量 6 点。

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

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

当凹槽数目超过 6 个时,应按 b) 条进行测量。

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

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

f) 六芯及以下有护套的扁平电缆应按图 11 进行测量:

——在圆弧形两头沿着横截面的长轴进行测量;

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

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

在任何情况下,必须有一次测量在护套最薄处进行。

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

读数应到小数点后两位(以 mm 计)。

8.2.5 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

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

8.3 外形尺寸测量

8.3.1 概述

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

在所有情况下,取样方法均应符合有关电缆产品标准的规定。

8.3.2 测量步骤

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

例行试验允许用刻度千分尺或游标卡尺测量,测量时应尽量减小接触压力。

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

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

8.3.3 测量结果的评定

测量结果应按有关电缆产品标准中试验要求的规定进行评定。

9 绝缘和护套材料机械性能测量方法

9.1 绝缘材料

9.1.1 概述

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

空气烘箱、空气弹和氧弹老化步骤参见GB/T 2951.2—1997第8章。

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

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

9.1.2 取样

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

扁平软线的绝缘线芯不应分开。

有机械损伤的任何试样均不应用于试验。

9.1.3 试件制备及处理

a) 哑铃试件

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

绝缘内、外两侧若有半导体层,应用机械方法去除而不应使用溶剂。

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

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

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

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

为了提高试验结果的可靠性,推荐采取下列措施:

- 冲模(哑铃刀)应非常锋利以减少试件上的缺陷;
- 在试条和底板之间放置一硬纸板或其他适当的垫片。该垫片在冲切过程中可能被冲破,但不会被冲模(哑铃刀)完全切断;
- 应避免试件两边的毛刺。

对于有可能冲出带毛刺的哑铃试件的材料,可采取下列方法:

- 1) 冲模两端应有一个 2.5 mm 宽,2.5 mm 高的凹槽(见图 14);
- 2) 冲制的哑铃试件两端仍与按 9.1.3a) 条要求制备的试条连接在一起(见图 15);
- 3) 采用附录 A 的设备,则可切掉多余的 0.1~0.15 mm 厚度以除去由哑铃冲模引起可能出现的毛刺。上述操作结束后将哑铃试件的两端从绝缘试条上切开,取出哑铃试件。

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

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

允许哑铃试件的两端不完整,只要断裂点发生在标记线之间。

b) 管状试件

只有当绝缘线芯尺寸不能制备哑铃试件时才使用管状试件。

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

采用下述一个或多个操作方法能使抽取导体方便:

- 1) 拉伸硬导体;
- 2) 在小的机械力作用下小心滚动绝缘线芯;
- 3) 如果是绞合线芯或软导体,可先抽取中心 1 根或几根导体。

导体抽出后,将隔离层(如有的话)除去。如有困难,可使用下述任一种方法:

- 如是纸隔离层,浸入水中;
- 如是聚酯隔离层,浸入酒精中;
- 在光滑的平面上滚动绝缘。

拉力试验前,在每个管状试件的中间部位标上两个标记,间距为 20 mm。

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

如发生上述情况,该试验结果应作废。

c) 试样的处理

拉力试验前,所有试件应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下存放至少 3 h,避免阳光直射,但热塑性绝缘材料试件的存放温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

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

处理温度应不超过导体的最高工作温度。这一处理过程应在测量试件尺寸之前进行。

9.1.4 截面积的测量

a) 哑铃试件

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

宽度:

- 任意选取三个试件测量它们的宽度,取最小值作为该组哑铃试件的宽度;

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

厚度:

——每个试件的厚度取拉伸区域内三处测量值的最小值。

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

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

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

注:如果哑铃试片的中间部分成弧状,可使用带合适弧形测量头的指针式测厚仪。

b) 管状试件

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

b1) 根据截面尺寸计算:

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

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

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

b2) 根据密度、质量和长度计算:

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

式中: m ——试样的质量, g ,到小数点后三位;

L ——长度, mm ,到小数点后一位;

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

b3) 根据体积和长度计算:

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

式中: V ——体积, mm^3 ,到小数点后两位;

L ——长度, mm ,到小数点后一位。

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

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

9.1.5 老化处理

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

9.1.6 试样预处理

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

9.1.7 拉力试验步骤

a) 试验温度

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

b) 夹头之间的间距和移动速度

拉力试验机的夹头可以是自紧式夹头,也可以是非自紧式夹头。

夹头之间的总间距约为:

如图 13 的哑铃试件 34 mm;

如图 12 的哑铃试件 50 mm;

用自紧式夹头试验时,管状试件 50 mm;

用非自紧式夹头试验时,管状试件 85 mm。

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

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

c) 测量

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

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

9.1.8 试验结果表示方法

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

9.2 护套材料

9.2.1 概述

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

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

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

9.2.2 取样

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

有机械损伤的任何试样均不得用于试验。

9.2.3 试样的制备及处理

从护套试样制备试件方法同 9.1.3 条规定的绝缘试件制备方法。

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

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

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

9.2.4 截面积的测量

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

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

——密度按方法 b2)在同一护套的另一个试件上测量。

注:b2)方法不适用于多层护套。

9.2.5 老化处理

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