

中华人民共和国国家标准

电线电缆用黑色聚乙烯塑料

GB 15065—94

Black polyethylene compounds
for wire and cable

本标准参照采用 IEC 502—1983《额定电压 1~30kV 挤包固体绝缘电力电缆》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了电线电缆用黑色聚乙烯塑料(以下简称聚乙烯电缆料)的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于以聚乙烯树脂为主要原料加入炭黑、抗氧剂等助剂,经混炼、塑化、造粒制得的聚乙烯电缆料。

2 引用标准

- GB 1033 塑料密度和相对密度试验方法
- GB 1040 塑料拉伸试验方法
- GB 1408 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法
- GB 1409 固体绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波长在内)下相对介电常数和介质损耗因数的试验方法
- GB 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法
- GB 1633 热塑性塑料软化点(维卡)试验方法
- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
- GB 2951.7 电线电缆 空气箱热老化试验方法
- GB 2951.13 电线电缆 低温拉伸试验方法
- GB 2951.36 电线电缆 炭黑含量试验方法
- GB 2951.37 电线电缆 氧化诱导期试验方法
- GB 2951.39 耐环境应力开裂试验
- GB 3682 热塑性塑料熔体流动速率试验方法
- GB 5470 塑料冲击脆化温度试验方法
- GB/T 9352 热塑性塑料压缩试样的制备
- GB 12527 额定电压 1kV 及以下架空绝缘电缆

3 产品分类

3.1 规格

产品为黑色圆柱形颗粒,直径为 3~4mm,长度为 2~4mm 或体积相当的方形颗粒。

3.2 分类

按其用途分为护套料和绝缘料两大类,见表 1。

表 1

类别	代号	产品名称	主要用途
护套料	DH	黑色低密度聚乙烯护套料	用于通信电缆、控制电缆、信号电缆和电力电缆的护层,最高工作温度 70℃
	NDH	黑色耐环境开裂低密度聚乙烯护套料	用于耐环境开裂要求较高的通信电缆、控制电缆、信号电缆和光缆的护层,最高工作温度 70℃
	LDH	黑色线性低密度聚乙烯护套料	
	GH	黑色高密度聚乙烯护套料	用于光缆、海底电缆的护层,最高工作温度 80℃
绝缘料	NDJ	黑色耐候性低密度聚乙烯绝缘料	用于 1kV 及以下架空电缆或其他类似场合,最高工作温度 70℃
	NLDJ	黑色耐候性线性低密度聚乙烯绝缘料	
	NGJ	黑色耐候性高密度聚乙烯绝缘料	用于 10kV 及以下架空电缆或其他类似场合,最高工作温度 80℃

4 技术要求

4.1 外观

颗粒均匀,表面光滑,无明显杂质,不允许有 3 颗及以上连粒。

4.2 物理机械性能及电性能应符合表 2 规定。

表 2

序号	项 目	指 标		LDH	GH	NDJ	NLDJ	NGJ
		DH	NDH					
1	熔体流动速率, g/10min	≤0.5	≤2.0	≤2.0	≤0.5	≤0.4	≤1.0	≤0.4
2	密度, g/cm ³	0.920~0.940	0.920~0.940	0.920~0.940	0.950~0.978	0.920~0.945	0.920~0.945	0.945~0.978
3	拉伸强度, MPa	≥13.0	≥13.0	≥14.0	≥20.0	≥13.0	≥14.0	≥20.0
4	拉伸屈服强度, MPa	—	—	—	≥16.0	—	—	≥16.0
5	断裂伸长率, %	≥500	≥500	≥600	≥650	≥500	≥600	≥650
6	低温冲击脆化温度, °C	≤-76	≤-76	≤-76	≤-76	≤-76	≤-76	≤-76
7	耐环境应力开裂 FO, h	≥48	≥96	≥500	≥500	≥96	≥500	≥500
8	200 °C 氧化诱导期, min	≥30	≥30	≥30	≥30	—	—	—
9	炭黑含量, %	2.60±0.25	2.60±0.25	2.60±0.25	2.60±0.25	—	—	—
10	炭黑分散性	分散度, 分	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6	≥6
		吸收系数	≥400	≥400	≥400	≥400	≥400	≥400
11	维卡软化点, °C	—	—	—	≥110	—	—	≥110
12	空气烘箱热老化	拉伸强度, MPa	—	—	—	≥12.0	≥13.0	≥20.0
		断裂伸长率, %	—	—	—	≥400	≥500	≥650
13	低温断裂伸长率, %	老化时间: 0~1 008h	—	—	—	—	—	—
		拉伸强度变化率, %	—	—	—	±25	±25	±25
		断裂伸长变化率, %	—	—	—	±25	±25	±25
		老化时间: 504~1 008h	—	—	—	—	—	—
		拉伸强度变化率, %	—	—	—	±15	±15	±15
		断裂伸长变化率, %	—	—	—	±15	±15	±15
14	人工气候老化	—	—	—	—	—	—	—
15	耐热应力开裂 FO, h	—	—	—	—	—	—	≥96
16	介电强度 ¹⁾ , MV/m	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥35
17	体积电阻率 ¹⁾ , Ω·m	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴	≥1×10 ¹⁴
18	介电常数	≤2.80	≤2.80	≤2.80	≤2.75	—	—	≤2.45
19	介质损耗角正切	—	—	—	≤0.005	—	—	≤0.001

注: 1) DH、NDH、GH 用于电力电缆时, 考核 16、17 项指标。

5 试验方法

5.1 外观

在自然光线下目测。

5.2 物理机械性能

5.2.1 试样制备

按 GB 9352 的规定进行。

5.2.2 熔体流动速率

按 GB 3682 表 1 中第三项规定进行。

5.2.3 密度

按 GB 1033 的规定进行。

5.2.4 拉伸强度、拉伸屈服强度、断裂伸长率

按 GB 1040 的规定进行。试样为 I 型,厚度为 1.0 ± 0.1 mm。

5.2.5 低温冲击脆化温度

按 GB 5470 的规定进行,采用通过法,试验温度为 -76°C ,每组为不切口试样 30 片,15 片及以上不破裂为合格。

5.2.6 耐环境应力开裂

按 GB 2951.39 的规定进行。

DH 产品不要求退火,试样必须在试片制好后 72~120h 内开始试验。

TX-10 试剂 20% 水溶液(重量浓度)。

5.2.7 200℃氧化诱导期

按 GB 2951.37 的规定进行。

5.2.8 炭黑含量

按 GB 2951.36 的规定进行。

5.2.9 炭黑分散性

在炭黑分散性中,分散度和吸收系数两项中任选一项。在仲裁时采用炭黑吸收系数法。

5.2.9.1 炭黑分散度

试验方法按本标准附录 A 规定进行。

5.2.9.2 炭黑吸收系数

试验方法按本标准附录 B 规定进行。

5.2.10 热塑性塑料维卡软化点

按 GB 1633 的规定进行,负荷 1kg,升温速度为 B。

5.2.11 空气箱热老化

按 GB 2951.7 的规定进行,老化温度 $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$,时间 240h。

5.2.12 低温断裂伸长率

按 GB 2951.13 的规定进行,试验温度 -18°C ,在此条件下将试样处理 1h。

5.2.13 人工气候老化

按 GB 12527 中附录 A 的规定进行,老化时间为 1008h。

5.2.14 耐热应力开裂

按本标准附录 C 的规定进行。

试样退火处理方法:保持退火烘箱的温度 $155 \pm 5^{\circ}\text{C}$,恒温 1h,以 $30 \pm 2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的降温速率降至 50°C 。

5.3 电性能

5.3.1 试样厚度: 1.00 ± 0.05 mm

5.3.2 介电强度

按 GB 1408 的规定进行。

5.3.3 体积电阻率

按 GB 1410 的规定进行。

5.3.4 介电常数、介质损耗角正切

按 GB 1409 的规定进行,测试频率,护套料为 100kHz \pm 20%,绝缘料为 50Hz。

6 检验规则

6.1 组批

聚乙烯电缆料以批为单位进行检验。同一批号原料,同一配方,同一工艺生产的为一批,每批质量不超过 40t。

6.2 检验分类

6.2.1 出厂检验

出厂检验项目为 4.1 及 4.2 条中表 2 的 1、3、5、8、10、16、17 项。DH、NDH、NDJ 的第 7 项,NGJ 的 18、19 项。

6.2.2 型式检验

有下列情况之一者应进行型式检验,型式检验项目为技术要求中规定的全部项目:

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b. 正式生产后,如配方、原材料、工艺改变,可能影响产品性能时;
- c. 正常生产时,至少半年进行一次检验;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.3 抽样

采取随机抽样的方法。

外观按 GB 2828 规定抽样,见表 3。从抽取的每袋样品中取 0.5kg 进行检验。

物理机械性能及电性能检验以批为单位,在每批中,任取 1kg 进行检验。

6.4 判定规则

6.4.1 样本单位质量的判定

产品以 1 袋为一个样本单位。外观按 4.1 条要求进行检验,全部项目均合格,样本单位为合格。

6.4.2 合格批的判定

外观按 GB 2828 规定进行,见表 3。采用 1 次正常检查抽样方案,一般检查水平 1、合格质量水平 AQL6.5。

表 3

批量范围 袋	样本大小 袋	合格质量水平(AQL)6.5	
		A_c	R_c
1~8	2	0	1
9~15	2	0	1
16~25	2	0	1
26~50	8	1	2
51~90	8	1	2
91~150	8	1	2
151~280	13	2	3
281~500	20	3	4
501~1 200	32	5	6
1 201~3 200	50	7	8

物理机械性能及电性能按表 2 进行检验,检验结果若有不合格项目,应重新从原批中双倍抽样,对不合格项目进行复验,复验结果全部合格,则整批为合格。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

在每个包装件上附有合格证,包装袋上应标明下列内容:

- a. 产品名称及代号,标准号;
- b. 制造厂家,厂址;
- c. 注册商标;
- d. 生产日期及批号;
- e. 防热、防潮标志;
- f. 净质量。

7.2 包装

聚乙烯电缆料内袋用聚乙烯塑料薄膜袋,外袋用塑料编织袋或复合袋包装或供需双方协商。每袋净质量 $25 \pm 0.2\text{kg}$ 。

7.3 运输

产品运输时不得在阳光下曝晒和雨淋。要保持清洁、干燥,不得污染,保持包装完整。

7.4 贮存

产品应贮存在清洁、阴凉、干燥、通风的库房内,贮存期从生产日期起为一年。

附录 A
炭黑分散度的测定
(补充件)

A1 原理

本方法是用显微镜观察试样中炭黑颗粒的大小,以评分的方法来表示炭黑在聚乙烯中的分散程度。

A2 试验设备

200℃电热烘箱,带刻度的100~200倍显微镜,弹簧夹子,载玻片。

A3 试验步骤

在三个不同颗粒上削取微量的样品(约1mg)置于两片载玻片之间,用夹子夹紧或在载玻片上加一定重量予以压紧,移至烘箱内于180~200℃下加热约5~10min,使聚乙烯熔融后呈半透明状,取出冷却至室温后,除去夹子和重物,然后放在显微镜下观察。

A4 试验结果

采取评分方法

评分标准:Ⅰ级为3分,Ⅱ级为2分,Ⅲ级为1分,三个样品加起来的总分大于等于6分为合格品,小于6分为不合格品。

样品在2mm×2mm观察范围中,等级判定标准如下:

Ⅰ级:允许有2颗直径为0.015mm的炭黑颗粒;

Ⅱ级:允许有2颗直径为0.020mm或面积相当的炭黑颗粒;

Ⅲ级:允许有2颗直径为0.040mm或面积相当的炭黑颗粒或5颗直径为0.020mm的炭黑颗粒。

附录 B
炭黑吸收系数试验方法
(补充件)

B1 原理

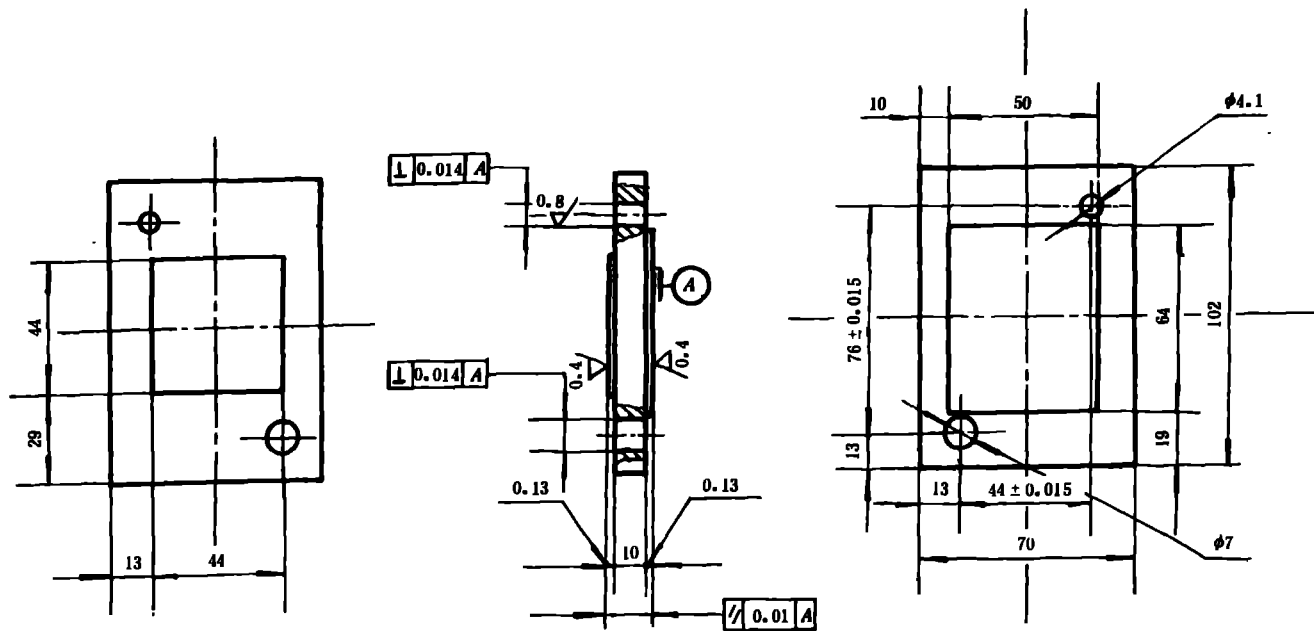
测量通过黑色聚乙烯薄膜在375nm波长时的透光量,其结果用来计算吸收系数,吸收系数是校正厚度后透射度的倒数函数。

B2 设备

B2.1 分光光度计

B2.2 制样模板,见图B1和图B2所示的模具,要求淬火至洛氏硬度HRC₄₅的钢模板,模具表面镀铬厚度最小为0.005mm。

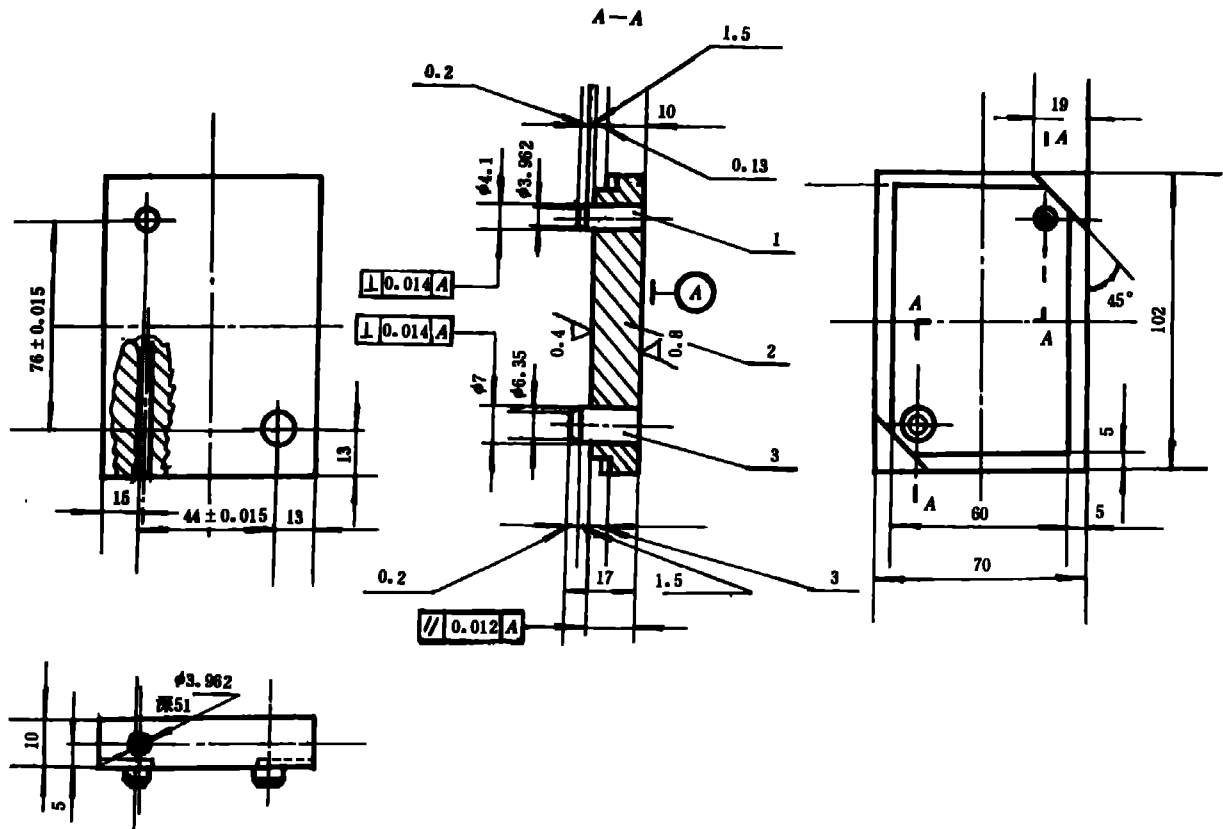
余 1.6/



技术要求:

1. 工件须作电镀处理。
2. 工件所有非工作面均无毛刺。
3. 工件 $\phi 4.1$ 及 $\phi 7$ 均为定位孔，
与图 B2 中定位销 $\phi 3.962$ 、
 $\phi 6.35$ 为间隙配合 $\frac{H8}{F7}$ 。

图 B1



技术要求:

1. 工件须电镀, 所有非工作面边角无毛刺。
2. 件1、件3与件2均为过盈配合 $\frac{H7}{r6}$ 。

图 B2

B2.3 试样架:由层压的酚醛纸或其他适宜的材料制成的两个同心环,尺寸见图 B3,这两个环一个套在另一个里面,并可滑动地紧密配合。

B3 参考标准试样在 375nm 波长时,用试验所用的仪器测量其吸收值为 1.0 至 1.2。

B 3.1 这个参考标准试样是含有约 1%的炭黑(槽法炭黑或炉法炭黑),粒径为 20nm 与密度为 0.91~0.925g/cm³聚乙烯制成的一个高度均匀的样品。它可以在试验室开炼机上制备,并压出均匀的薄膜,按 B4 所述的要求进行安装。这样制备的参考标准试样,在试验用的测试仪器上,于 375nm 波长时测量的任何一点的吸收值与平均吸收值的偏差不超过±4%。

B4 试样的制备

B4.1 按 GB 9352 先模压成 0.5mm 的片,然后从 0.5mm 的薄片上切取一小块试样,用图 B1 和图 B2 所示的模板制备三个直径为 40~50mm、厚度为 0.01mm 的试样,建议使用硅脱模剂。

B4.2 将制成的试样小心地放到试样架图 B3 的内环上,将外环同心地套在内环上,小心地压下外环,保证薄膜绷紧,无针孔,无皱纹、折子、斑点,这样就完成了样品的安装操作。

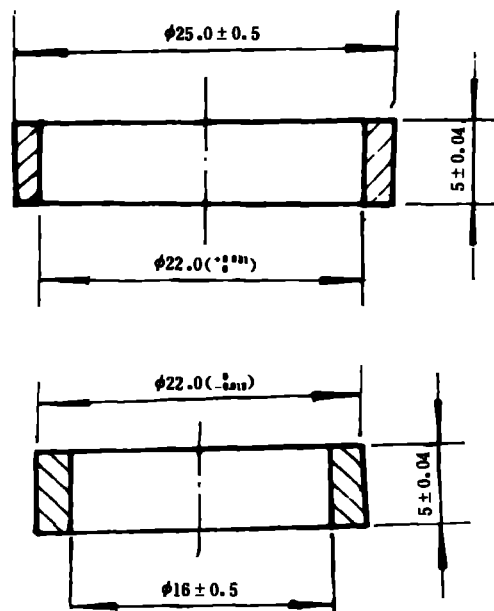


图 B3 试样安装环

B4.3 对着合适的光源,观察安装的试样。试样的颜色必须均匀,并无明显的斑点和洞眼,在每个试样的外环上标出 120°间距的三个点。

B5 校准

把已安装好的参考标准试样放入分光光度计的样品室内,使试样尽可能靠近光通道口,将仪器灵敏度调到位置 1 上,调整灵敏度的旋钮,使其指示值尽量接近吸收度刻度零点,记录测试时的吸收值,作为标准材料的吸收值,将灵敏度调至 2 调节吸收值旋钮,使吸收值读数为零,即仪器校正完毕。

B6 试验步骤

B6.1 在试样架的外侧位置把第一个安装好的试样放入尽可能靠近接收器的测量位置,将试样置于顶部有 120°标记的位置,打开光闸,记录下吸收度值,所记录的吸收值等于表上指示值与参考标准试样的测量值之和。

B6.2 关上光闸重新校对参考标准试样,旋转试样使第二个 120°标记在顶部,记录又一吸收度值,重复上述操作,记录第三个点吸收值,如果任一点值与三点平均值的误差大于 10%,则该试样报废,应重新制样和测试。

B6.3 从试样架的环上小心地延着两环之间的边缘用锋利的小刀(手术刀或单面刀片)将膜裁下,并称重精确至 0.000 1g,测量试样的直径并计算试样的面积。

B7 计算

B7.1 厚度 d 用称重法测定,并按式(B1)计算:

$$d = W / (D \cdot A) \dots\dots\dots (B1)$$

式中: W ——试样的质量, g;
 D ——试样的密度, g/m³;
 A ——试样的面积, m²。

注: 黑色低密度聚乙烯塑料的公称密度是 0.932g/cm³。

B7.2 按式(B2)计算每个试样的吸收系数 a :

$$a = 10^{-3} (2.303 \times v / d) \dots\dots\dots (B2)$$

式中: a ——375nm 时炭黑吸收系数;
 d ——试样厚度, m;

ν ——每个试样的平均吸收值。

B7.3 测量结果:取三个试样的吸收系数的平均值。

B8 报告

B8.1 被测试材料的全面鉴别

B8.2 被测试材料的公称密度

B8.3 计算每个试样的吸收系数

B8.4 三个试样的平均吸收系数即为试样的值

B8.5 所使用的分光光度计型号

附录 C

聚乙烯耐热应力开裂试验方法

(补充件)

C1 试样的制备

试样的制备按 GB 9352 的规定进行。

C2 设备

C2.1 裁刀 刀口尺寸为 127mm×6.4mm。

C2.2 冲孔机 孔径为 1.6mm。

C2.3 金属圆棒长度为 165mm,直径为 6.40 ± 0.05 mm 的黄铜或不锈钢棒三根,在每根金属棒上有六个直径为 1.6mm 的孔,孔在圆棒上必须平行,孔的间隔见图 C1。

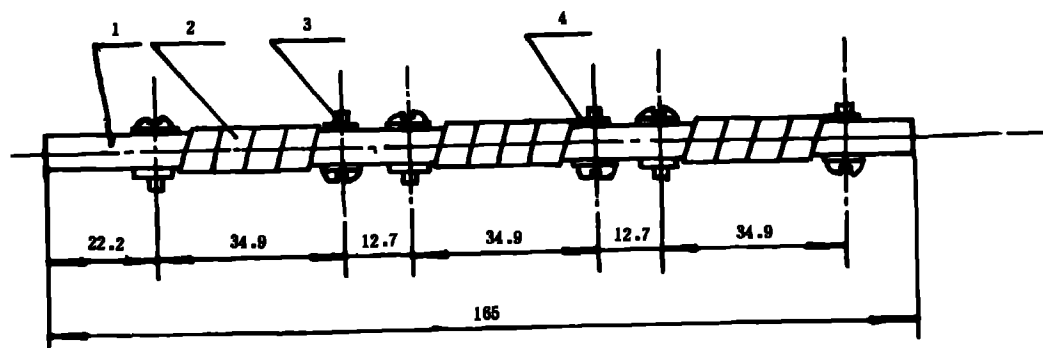


图 C1

1—金属棒;2—试样;3—螺栓 M1.6×10;4—螺母 M1.6

C2.4 螺栓 直径为 1.4mm,长度为 12.5mm 的螺丝,配有螺母、垫圈,材料与金属棒相同。

C2.5 台钳 安装在工作平台上,用于夹持金属圆棒。

C2.6 试管 长 200mm,外径 32mm 的玻璃管,配有带气孔的橡皮塞或软木塞。

C2.7 恒温浴槽或烘箱 温度范围在 $100 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

C2.8 试管架。

C3 试样的状态调节

C3.1 将模压好的试样在温度为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度为 $50\% \pm 2\%$ 环境下处理 8h 以上。

C3.2 从处理好的试片裁下九个试样,每个试样尺寸为 $127\text{mm} \times 6.4\text{mm} \times 1.30\text{mm}$,在试样的两端分

别冲压直径为 1.6mm 的孔,每个孔与试样终端距离为 3.2mm。见图 C2。

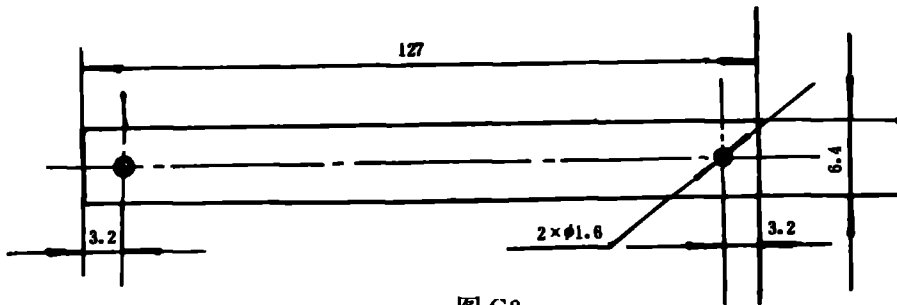


图 C2

C4 试验步骤

C4.1 9 个试样分三组,每一金属棒上缠绕三个试样。

C4.2 将金属圆棒的一端固定在台钳上,试样的一端用螺丝固定在圆棒上,将试样在金属圆棒上缠绕 4 圈半后,用螺丝将另一端固定。

注,螺丝不宜上的过紧,否则会导致试样提前开裂。

C4.3 用 C4.2 的方法固定另外两个试样,将固定好试样的金属棒放进试管中,并打上标记,用塞子盖紧。

C4.4 用上述方法装好另外两组的试样。

C4.5 用试管架将三个装好试样的试管放入烘箱或恒温浴槽里,并记下开始试验的时间。

C4.6 在试验进行到 96h 时,从烘箱或恒温浴槽中取出试管,检查试样的开裂情况,并记下时间和试样破损总数。

C5 试片的目测检查

观察距离试样两端 6.4mm 以内处的开裂情况。

附加说明:

本标准由中华人民共和国轻工业部提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会归口。

本标准由天水电缆材料厂、安达塑料电缆料厂、机电部上海电缆研究所负责起草。

本标准主要起草人章万生、王利民、汪晓明、朱秀茹、万玉霞、王树才、曹建华。

