

铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套  
市内通信电缆试验方法  
第3部分 机械物理性能试验方法

YD/T 837.3—1996

## 1 范围

本标准规定了铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆机械物理性能试验中的试验方法、试验设备、试验条件、试验步骤、试验结果及计算等的要求。

本标准适用于检验铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆的机械物理性能,也适用于检验其他类似通信电缆的相关性能。

## 2 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 4909.2—85 裸电线试验方法 尺寸测量

GB/T 2951.7—94 电线电缆机械物理性能试验方法 空气箱热老化试验

YD/T 837.1—1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第1部分 总则

YD/T 837.5—1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第5部分 电缆结构试验方法

## 3 一般规定

3.1 机械物理性能试验除应符合本标准的规定外,还应符合 YD/T 837.1 的规定。

3.2 本标准试验方法中所用的电热老化箱或烘箱可采用自然通风或压力下通风的。空气进入箱内的方式应使空气均匀地流过试片,然后从箱的顶部附近排出。箱内不得采用旋转式风扇或鼓风机。在规定的试验温度下,箱内全部空气更换次数每小时应不小于8次,也不大于20次。若对箱内每小时换气次数有疑问时,应按 GB/T 2951.7—94 附录 A 和附录 B 的方法来测量。箱内有效工作区的温度应能满足试验的要求,除非另有规定,温度偏差应在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内。

3.3 本标准试验方法中所用的拉力试验机的示值误差应不大于 $\pm 1\%$ ,量程应能满足试验的要求,并能使被检参数落在量程满标值的 $15\%\sim 85\%$ 范围内。

## 4 试验方法

4.1 铜导线接头抗拉强度及铜导线断裂伸长率试验

4.1.1 试验设备

4.1.1.1 拉力试验机。

4.1.1.2 游标卡尺:分度值 $0.02\text{mm}$ 。

4.1.2 试样制备

4.1.2.1 从成品电缆上取下三根绝缘芯线,小心地取出铜线各做一个试样(在中间试验时则从有关工序的半成品上取)。试样长度为原始标距长度( $L_0$ )加两端钳口夹持长度。

4.1.2.2 用与上述三个试样相邻的铜导线各做一个接头,由一个无接头的试样和一个有接头的试样组成一组试样,共三组试样。

4.1.2.3 测定断裂伸长率时需将试样矫直。矫直用人工进行,必要时,允许将试样放在木垫上用木槌敲直。

4.1.2.4 在试样中部用游标卡尺标出 200mm 标距,标志方法应不致使试样产生早期断裂。标线应细而清晰,标距长度偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。然后测量并记录两标记线间的距离,精确到 0.1mm。

#### 4.1.3 试验条件

拉伸速度:软铜线 $\leq 300\text{mm/min}$ ;硬铜线 $\leq 100\text{mm/min}$ 。

#### 4.1.4 试验步骤

4.1.4.1 将试样夹于拉力试验机的上下钳口内,夹紧后试样的位置应保证试样的纵轴与拉伸的中心线相重合。

4.1.4.2 启动拉力试验机,加载须平稳,速度均匀,无冲击,直到试样破断为止,记录这一过程中试样所承受的最大拉力,取三位有效数字。取下试样,将断口小心对齐、挤紧,测量并记录破断时两标记线间的距离,精确到 0.5mm。

#### 4.1.5 试样截面积

按 GB 4909.2 的规定确定截面积。

#### 4.1.6 试验结果及计算

4.1.6.1 抗拉强度按下式计算,精确到 1MPa。

$$\sigma = \frac{F_m}{S}$$

式中: $\sigma$ ——抗拉强度,MPa;

$F_m$ ——最大负荷,N;

$S$ ——试样实测截面积, $\text{mm}^2$ 。

4.1.6.2 断裂伸长率按下式计算,精确到 1%。

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中: $\epsilon$ ——断裂伸长率,%;

$L_1$ ——断裂时试样两标记线间的距离,mm;

$L_0$ ——拉伸前试样两标记线间的距离,mm。

4.1.6.3 铜导线接头抗拉强度性能以每组含接头铜导线抗拉强度与相邻段无接头铜导线抗拉强度之比表示,按下式计算:

$$K = \frac{F_{A\max}}{F_{B\max}} \times 100\%$$

式中: $K$ ——含接头铜导线抗拉强度与相邻段无接头铜导线抗拉强度之比,%;

$F_{A\max}$ ——同一组试样中含接头铜导线在拉伸过程中所承受的最大拉力,N;

$F_{B\max}$ ——同一组试样中无接头铜导线在拉伸过程中所承受的最大拉力,N。

### 4.2 铝带与铝带接头抗拉强度试验

#### 4.2.1 试验设备

4.2.1.1 拉力试验机。

4.2.1.2 游标卡尺:分度值 0.02mm。

4.2.1.3 测厚仪:分辨率 0.001mm。

4.2.2 试样制备

4.2.2.1 取三段铝带试样,每段长度应使夹持时两夹持部分之间的自由长度不小于 85mm,试样宽度为被测电缆所用铝带的宽度。用游标卡尺在每段试样中部标出长 50mm 的标距。

4.2.2.2 用与上述三个试样相邻的铝带各做一个接头,尺寸如无接头的铝带。由一个无接头的试样和一个有接头的试样组成一组试样,共三组试样。

4.2.3 试验条件

拉伸速度:(50±10)mm/min,仲裁时(10±2)mm/min。

4.2.4 试验步骤

4.2.4.1 将试样夹于拉力试验机的上下钳口内,夹紧后试样的位置应保证试样的纵轴与拉伸的中心轴线相重合。

4.2.4.2 启动拉力试验机,加载须平稳,速度均匀,无冲击,直到试样破断为止,记录这一过程中试样所承受的最大拉力,取三位有效数字。取下试样将断口小心对齐、挤紧,测量并记录破断两标记线间的距离,精确到 0.1mm。

4.2.5 试样截面积

4.2.5.1 试样厚度(不含涂塑层)应在试样标距的两端及中间处测量,精确到 0.002mm。

4.2.5.2 试样宽度应在试样标距的两端及中间处测量,精确到 0.05mm。

4.2.5.3 试样的原始截面积应取三处测定的截面积中的最小值。

4.2.6 试验结果及计算

抗拉强度、断裂伸长率及铝带接头处的抗拉强度性能分别按 4.1.6.1、4.1.6.2 及 4.1.6.3 的规定进行计算。

4.3 绝缘颜色与绝缘颜色迁移试验

4.3.1 绝缘颜色试验

进行绝缘颜色试验时,应用目力将每种绝缘颜色与产品标准中规定的标准颜色样板相比较。

4.3.2 颜色迁移试验设备

电热烘箱或老化箱。

4.3.3 颜色迁移试样制备

4.3.3.1 对各种型号电缆,应将未接触过填充复合物的每种非白色绝缘芯线各取 3 根,每根分别与白色绝缘芯线相绞合,绞合试样的长度约为 150mm,每个试样上形成含有 20 个以上节距的均匀扭绞线对。

4.3.3.2 对填充式电缆,在填充工序前还应将每种非白色绝缘芯线各取 3 根,每根均浸入盛有填充复合物的玻璃容器中,浸入长度应不小于 100mm。

4.3.4 颜色迁移试验条件

试验内容	试验温度 ℃	恒温时间 h
芯线间颜色迁移	80±2	24
芯线对填充复合物颜色迁移	70±2	3×24

4.3.5 颜色迁移试验步骤

4.3.5.1 将制备好的试样置于试验条件所规定的温度下,并保持规定的时间。

4.3.5.2 届时取出,冷却至室温。

4.3.6 颜色迁移试验结果

用目力检查白色绝缘芯线或填充复合物上,是否沾有其它颜色。

4.4 绝缘抗张强度与断裂伸长率试验

4.4.1 试验设备

- 4.4.1.1 拉力试验机。
- 4.4.1.2 测量投影仪:放大倍数至少 10 倍,精度 0.01mm。
- 4.4.1.3 读数显微镜:精度 0.01mm。
- 4.4.1.4 千分尺:分度值 0.01mm。
- 4.4.1.5 钢直尺:分度值 0.5mm。
- 4.4.1.6 电热老化箱或烘箱。

4.4.2 试样制备

在电缆制造长度的两端任取每色绝缘芯线各 5 根,长度适当。小心地拔出铜导线,切勿损伤和拉伸绝缘。在每个试样的中部用钢直尺标出 20mm 的标距。

对填充式电缆,在制备绝缘试样前,应先将足够长的一段成品电缆试样悬挂在电热老化箱或烘箱中进行预处理。预处理时间为 7×24h,预处理温度按下表规定。

填充复合物滴点 $t$ ℃	老化箱温度 ℃
$50 < t \leq 70$	60
$t > 70$	70

预处理后,电缆试样在环境温度下放置至少 16h,并避免阳光直接照射。然后除去护套,用适当方法清除复合物,再按上述方法制备绝缘试样。

4.4.3 试验条件:

试验温度 ℃	拉伸速度 mm/min	夹具之间距离 mm
$23 \pm 5$	$25 \pm 5$ 常规试验时允许取 $250 \pm 50$	自紧式约为 50 非自紧式约为 85

4.4.4 试验步骤

- 4.4.4.1 拉力试验前,试样均应在  $23\text{℃} \pm 5\text{℃}$  下至少保持 3h,且应避免阳光直接照射。
- 4.4.4.2 试验时,试样应对称并垂直地夹在拉力机的上下夹具上,按规定的试验条件进行拉伸试验。
- 4.4.4.3 记录试样断裂时的负荷及两标记线间的距离。
- 4.4.4.4 抗张强度和断裂伸长率应在同一试样上同时进行测定。

在夹头处拉断的任何试样的试验结果应作废,在这种情况下计算抗张强度和断裂伸长率至少需要四个有效试验数据,否则试验应重做。

在标记线外断裂的试样可重做。

4.4.5 试样截面积

4.4.5.1 试样截面积按下式计算:

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

式中:  $S$ ——试样截面积,  $\text{mm}^2$ ;  
 $D$ ——绝缘外径的平均值,  $\text{mm}$ ;  
 $\delta$ ——绝缘厚度平均值,  $\text{mm}$ 。

- 4.4.5.2 测量  $D$  时,精确到二位小数。用投影仪或读数显微镜在试样同一截面上相互垂直的两个方向上各测一次,取算术平均值作为外径的平均值。
- 4.4.5.3 测量  $\delta$  时,精确到二位小数。用投影仪或读数显微镜在试样同一横截面上测量六点,包括最薄点取各点测量值的算术平均值作为绝缘厚度的平均值。
- 4.4.5.4 允许用千分尺测量铜导线直径和绝缘芯线外径来计算绝缘层的横截面积。但有争议时,应采

用读数显微镜或投影仪。

#### 4.4.6 试验结果及计算

##### 4.4.6.1 抗张强度和断裂伸长率按下式计算：

$$\sigma = \frac{P}{S}$$

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中： $\sigma$ ——抗张强度，MPa；

$P$ ——试样断裂时的负荷，N；

$\epsilon$ ——试样的断裂伸长率，%；

$L_0$ ——试样拉伸前两标记线间的距离，mm；

$L_1$ ——试样断裂时两标记线间的距离，mm。

##### 4.4.6.2 对每种颜色的绝缘，其抗张强度和断裂伸长率的试验结果取各该项试验结果的中间值。

4.4.7 本章内叙述的试验方法同样适用于老化后的绝缘试样，需经受老化的一组试样与不需经受老化的一组试样应尽可能相同，它们的拉伸试验应接连进行。

#### 4.5 绝缘低温卷绕试验

##### 4.5.1 试验设备

4.5.1.1 低温箱：有效工作区温度能达到 $-55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4.5.1.2 冷弯曲设备：表面抛光的金属圆棒。

##### 4.5.2 试样制备

在电缆制造长度的两端，各任取不同颜色绝缘芯线5根，共10根，作为一组，每根长约200mm。把试样弄直。对填充式电缆，应先仔细去除粘附在绝缘上的填充复合物，然后把试样弄直。

##### 4.5.3 试验条件

绝缘类型	PE	PP
试验温度， $^{\circ}\text{C}$	$-55 \pm 1$	$-40 \pm 1$
恒温时间，h	1	1
圆棒直径	等于芯线外径的3倍	等于芯线外径

##### 4.5.4 试验步骤

4.5.4.1 将试样和具有规定直径的圆棒置于试验条件所规定温度的低温箱中，并保持规定的时间。

4.5.4.2 届时取出（或在箱内），用均匀速度在1min内，将试样密绕在具有规定直径的圆棒上6整圈。

##### 4.5.5 试验结果

用目力检查每个试样的绝缘是否开裂。

#### 4.6 绝缘热收缩试验

##### 4.6.1 试验设备

4.6.1.1 电热烘箱或老化箱。

4.6.1.2 游标卡尺：分度值0.02mm。

##### 4.6.2 试样制备

4.6.2.1 从距离成品电缆一端至少0.5m处，切取约300mm长的各色绝缘芯线各3根。

4.6.2.2 用游标卡尺在绝缘芯线的中部标出 $200\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 的标距，精确到0.5mm，记录实测两标记线间的距离。剥去距标记线2mm~5mm外的绝缘，保留铜线。

##### 4.6.3 试验条件

绝缘类型	PP	HDPE	LDPE MDPE
试验温度,℃	130±2	115±2	100±2
恒温时间,h	1		

4.6.4 试验步骤

4.6.4.1 试样制备好后,迅速将其放置于老化箱或烘箱的有效工作区内,试样借助于两端的导体水平悬挂于试样架上,或直接置于已经预热到试验温度的滑石粉浴槽中。试验温度和恒温时间按试验条件的规定。

4.6.4.2 届时取出带有试样的试样架或滑石粉浴槽,冷却至室温。冷却后用原量具测量试样的标距,精确到 0.5mm。绝缘长度的全部变化应从试样制备好时算起。

4.6.5 试验结果及计算

4.6.5.1 试验结果以每个试样的热收缩率表示。

4.6.5.2 热收缩率按下式计算:

$$\eta=\frac{L_0-L_1}{L_0}\times 100\%$$

式中:η——试样的热收缩率,%;  
L<sub>0</sub>——试样加热前两标记线间距离,mm;  
L<sub>1</sub>——试样加热后两标记线间距离,mm。

4.7 绝缘热老化后耐缠绕性能试验

4.7.1 试验设备

- 4.7.1.1 自然通风的电热老化箱。
- 4.7.1.2 金属芯轴:表面抛光。
- 4.7.1.3 卷绕装置:最好是具有机械驱动芯轴的卷绕器。
- 4.7.1.4 砝码。

4.7.2 试样制备

从成品电缆的任一端取各色绝缘芯线各 1 根,长约 2m,分成等长的 4 段。对填充式电缆,试样应分别取自填充前和填充后的电缆。从填充后的缆芯中取出的绝缘芯线应仔细去除粘附在绝缘上的填充复合物。把导线留在绝缘中,并将试样弄直。

4.7.3 试验条件

绝缘材料	PP HDPE	MDPE LDPE
老化温度,℃	115±2	100±2
老化时间	14×24h	
缠绕后再老化的温度和时间	70℃±2℃	24h
金属芯轴直径	为试样外径的 1~1.5 倍	

4.7.4 试验步骤

- 4.7.4.1 将试样垂直悬挂于老化箱的有效工作区内,试样相互间的距离应不小于 20mm,试样体积占据老化箱的容积应不超过 2%,老化温度和时间按试验条件的规定。
- 4.7.4.2 届时取出试样,在环境温度下存放至少 16h,并避免阳光直接照射。
- 4.7.4.3 将试样的一端固定在缠绕器上,另一端的绝缘剥去一段,露出铜导线,把一个砝码加在裸露的铜导线上,在导线截面施加大约 15N/mm<sup>2</sup>±20%的拉力(对发泡绝缘,当绝缘厚度不大于 0.2mm 时,应

施加大约  $7.5\text{N/mm}^2$  的拉力),把试样另一端以大约每 5 s1 转的速度在具有规定直径的芯轴上缠绕 10 圈。

4.7.4.4 绕毕,将试样从芯轴上取下,保持螺旋形状,再垂直悬挂于恒温箱的有效工作区内,再次老化的温度和时间按试验条件的规定,试样间应保持一定的距离。

4.7.4.5 届时取出试样,冷却至室温。

#### 4.7.5 试验结果

用正常或校正的目力检查每个试样的绝缘是否开裂。如有一个试样开裂,可以重做一遍。

### 4.8 绝缘抗压缩试验

#### 4.8.1 试验设备

4.8.1.1 两块  $50\text{mm} \times 50\text{mm}$  或直径为  $50\text{mm}$  的圆形光滑硬金属板(边倒圆  $r=1\text{mm}$ )。

4.8.1.2 能提供  $67\text{N}$  力的恒定加力装置。

4.8.1.3  $1.5\text{V}$  的直流电源。

4.8.1.4 灯泡或蜂鸣器

#### 4.8.2 试样制备

4.8.2.1 从泡沫和泡沫皮绝缘的成品电缆上任取 3 对线,每对线的长度不小于  $300\text{mm}$ ,将每一对线的两根绝缘芯线分开并弄直,若为填充式电缆,则将填充物清洗干净。

4.8.2.2 用轻微的张力重新将这两根绝缘芯线扭绞在一起,使其在每  $100\text{mm}$  的长度上形成含有 10 个节距的均匀扭绞线对。

4.8.2.3 在扭绞后的线对的一端剥去适当长度的绝缘,另一端的导线不要相互碰上。

#### 4.8.3 试验条件

施加压力及持续时间: $67\text{N}$ ,  $\geq 1\text{min}$ 。

#### 4.8.4 试验步骤

把试样中间  $50\text{mm}$  的部分放在两块平行光滑硬金属板之间,并在剥去绝缘一端的两导线间串入  $1.5\text{V}$  的直流电源和作指示用的灯泡或蜂鸣器,然后将砝码加于金属板上,加力的大小及持续时间按试验条件的规定。

#### 4.8.5 试验结果

利用灯泡或蜂鸣器,观察每对导线间是否有碰触。

### 4.9 粘结型铝塑综合护套的剥离强度试验

本方法也适用于钢塑复合带与聚乙烯护套间的剥离强度试验。

#### 4.9.1 试验设备

4.9.1.1 拉力试验机。

4.9.1.2 游标卡尺:分度值  $0.02\text{mm}$ 。

4.9.1.3 锋利的冲头。

#### 4.9.2 试样制备

用锋利的冲头或其他适当的方法从成品电缆护套上纵向截取条形粘结护套试样,取不含搭缝铝带及含搭缝铝带的条形试样各 3 个。试样长  $150\text{mm}$ ,宽  $15\text{mm}$ 。当电缆周长不足  $45\text{mm}$  时,试样宽度为电缆周长的三分之一。对于含搭缝的试样,如搭缝不足  $15\text{mm}$ ,则试样宽度等于搭缝宽度。

#### 4.9.3 试验条件

剥离角度: $180^\circ$ ;

剥离速度: $(100 \pm 5)\text{mm/min}$ 。

#### 4.9.4 试验步骤

4.9.4.1 对不含搭缝的试样,先将试样一端的铝带与护套分开  $50\text{mm}$  左右,对含搭缝的试样,则将试样一端的铝带与铝带分开  $50\text{mm}$  左右,一层张开,另一层仍留在护套上。

4.9.4.2 把分开的铝带夹于拉力机的上夹头,护套或留有一层铝带的护套夹于下夹头。

4.9.4.3 按试验条件的规定,对试样进行逐个剥离。

4.9.4.4 进入正常剥离后,记录剥离曲线或每隔 8s 记录一个剥离力,精确到 0.1N。记录次数不少于 7 次。仲裁试验以剥离曲线为准。

4.9.4.5 试验结果及计算

a) 每个试样,由剥离曲线求得平均剥离力或将每隔 8s 记录的剥离力取算术平均值,求得平均剥离力。

b) 每个试样的剥离强度按下式计算:

$$F = \frac{F_0}{B_0}$$

式中:  $F$ ——试样的剥离强度, N/mm;

$F_0$ ——试样的平均剥离力, N;

$B_0$ ——试样的实测宽度, mm。

c) 试验结果取 3 个试样各自剥离强度的平均值。

4.10 护套抗张强度与断裂伸长率试验

4.10.1 试验设备

4.10.1.1 拉力试验机。

4.10.1.2 指针式测厚仪:精度 0.01mm。

4.10.1.3 千分尺:分度值 0.02mm。

4.10.1.4 钢直尺:分度值 0.5mm。

4.10.1.5 哑铃试片刀具:Ⅰ号(图 1)与Ⅱ号(图 2)各一个。

4.10.1.6 电热老化箱或烘箱。

4.10.2 试样制备

4.10.2.1 从成品电缆护套上切取足够长的样段,供制作 5 个试样之用。如果还要进行老化试验,则需制作另外 5 个同样的试样。

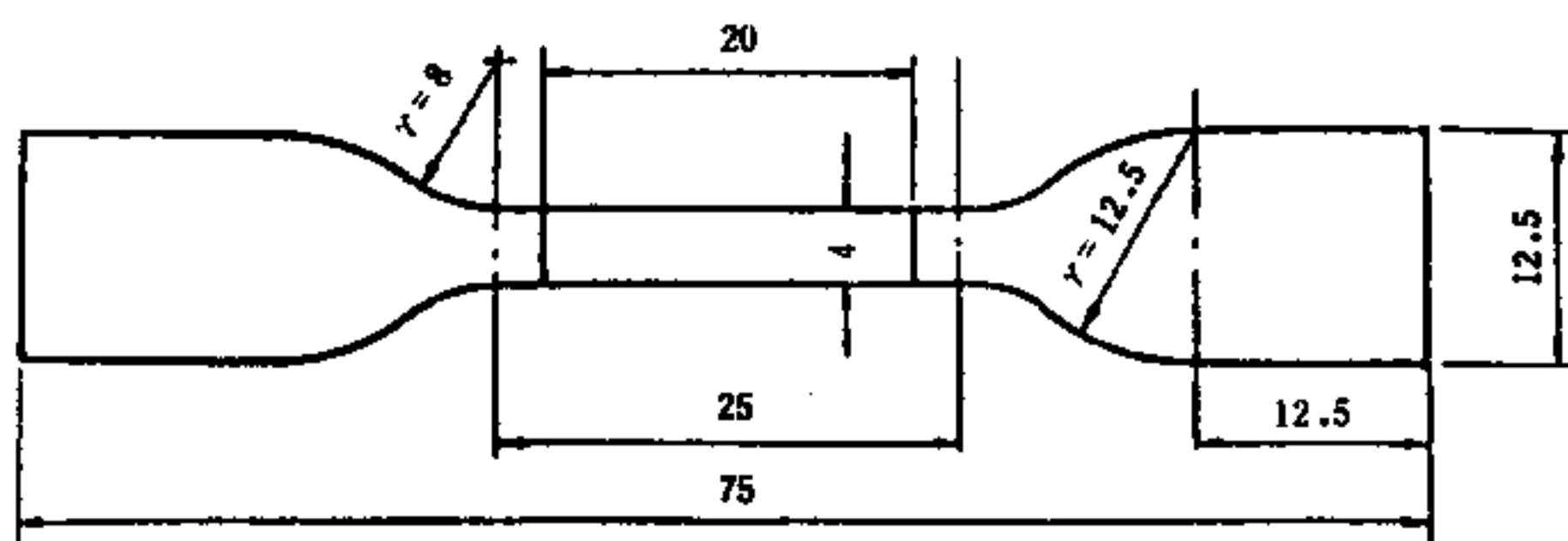


图 1 Ⅰ号哑铃试片

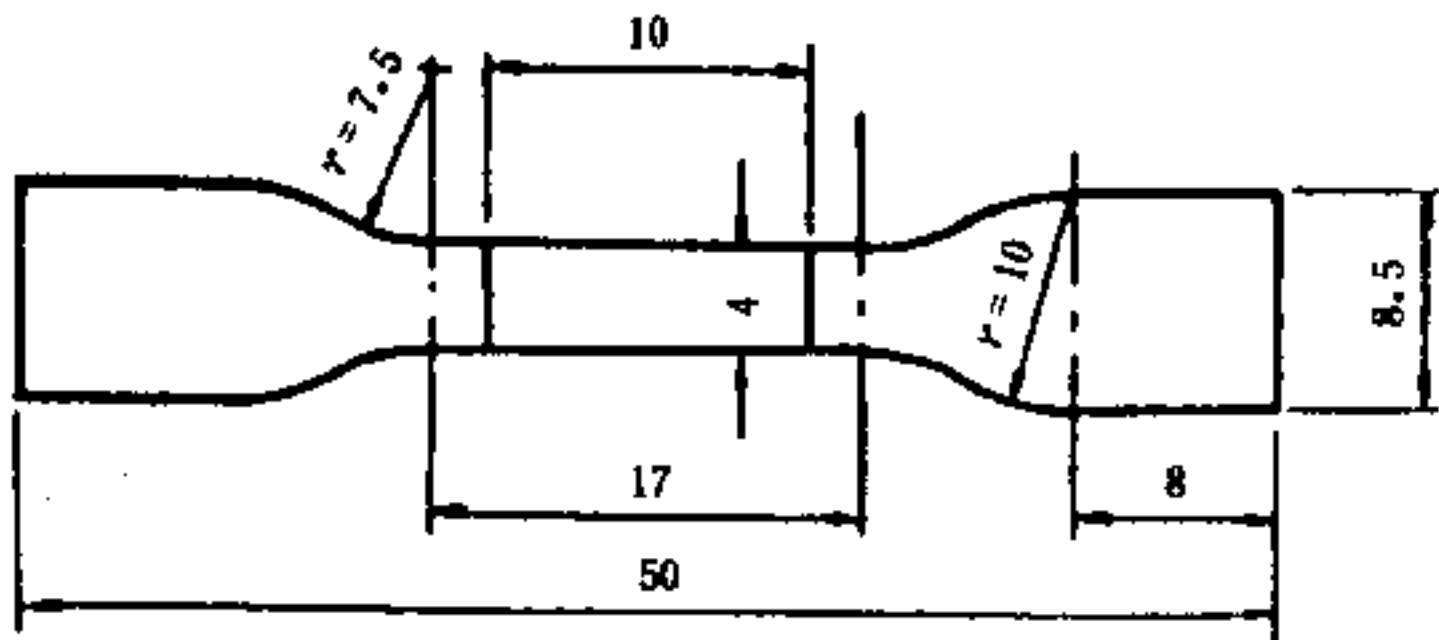


图 2 II 号哑铃试片

4.10.2.2 将护套内外可能有的附着物全部除去,沿轴线剥开试样。削平护套内侧可能有的凸脊,使标志线之间具有平行表面。削平后的试样厚度应不小于 0.6mm,也不大于 2.0mm。若护套试样的原始厚度较大,但其两个表面都较平整时,试样厚度可不必减少至 2.0mm。

4.10.2.3 用 I 号哑铃刀从加工好的试样上冲取哑铃状试片。最好能在试样上并排冲出两个。试片厚度等于试样厚度。如果试样太小不能冲取 I 号哑铃状试片时,可冲取 II 号哑铃状试片。

4.10.2.4 在哑铃试片狭带部分的中部标出两条平行的标记线,见图 1 和图 2。

4.10.3 试验条件

试验温度 ℃	拉伸速度 mm/min	夹具间的距离 mm
23±5	25±5 常规试验时允许取 250±50	I 号哑铃片 约 50 II 号哑铃片 约 34

4.10.4 试验步骤

- 4.10.4.1 拉力试验前的试片应在 23℃±5℃下至少保存 3h,且应避免阳光的直接照射。
- 4.10.4.2 试验时,将试片对称并垂直地夹在拉力试验机上下夹具上,按试验条件的规定进行试验。
- 4.10.4.3 记录试片断裂时的负荷及两标记线间的距离。
- 4.10.4.4 抗张强度和断裂伸长率应在同一试样上同时进行测定。

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

在标记线外断裂的试样可重做。

4.10.5 试片截面积

每个哑铃试片的截面积应按标记线之间试片的宽度和在 3 点上测量的试片最小厚度之积计算。对试片宽度的均匀性有疑问时,则在 3 点上测量厚度的同时测量与每个测量点对应的宽度。由每处测量的宽度和厚度计算出 3 个截面积,取其中的最小值来计算抗张强度。

4.10.6 试验结果及计算

4.10.6.1 抗张强度及断裂伸长率按下式计算:

$$\sigma = \frac{P}{S}$$
$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中:  $\sigma$ ——试样抗张强度,MPa;  
 $P$ ——试样断裂时的负荷,N;  
 $S$ ——试样截面积,mm<sup>2</sup>;

$\epsilon$ ——试样的断裂伸长率, %;

$L_0$ ——试样拉伸前两标记线间的距离, mm;

$L_1$ ——试样断裂时两标记线间的距离, mm。

4.10.6.2 抗张强度和断裂伸长率的试验结果取各该项试验结果的中间值。

4.10.7 本章内叙述的试验方法同样适用于老化后的护套试样, 需经受老化的一组试样与不需经受老化的一组试样应尽可能相同, 它们的拉伸试验应接连进行。

#### 4.11 护套热老化试验

##### 4.11.1 试验设备

###### 4.11.1.1 电热老化箱或烘箱

###### 4.11.1.2 其他设备见 4.10.1。

##### 4.11.2 试样制备

试样制备见 4.10.2。

##### 4.11.3 试验条件

老化温度:  $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , 老化时间:  $10 \times 24\text{h}$ 。

##### 4.11.4 试验步骤

4.11.4.1 将标好标距的哑铃状试样垂直悬挂于老化箱的有效工作区内, 温度及时间按试验条件的规定。试样间应保持至少 20mm 的间距。组成成分不同的材料不能放在同一老化箱中老化。

4.11.4.2 届时将试样取出, 置于环境温度中至少 16h, 避免阳光直接照射。

4.11.4.3 按 4.10.4 所述步骤, 接连测定老化前和老化后两组试片的抗张强度与断裂伸长率。

##### 4.11.5 试验结果及计算

按 4.10.5 及 4.10.6 的规定。

#### 4.12 护套热收缩试验

##### 4.12.1 试验设备

###### 4.12.1.1 电热老化箱或烘箱。

###### 4.12.1.2 锋利的冲刀。

###### 4.12.1.3 游标卡尺: 分度值 0.02mm。

##### 4.12.2 试样制备

用锋利的冲刀从电缆护套上纵向冲取  $50\text{mm} \times 6\text{mm}$  的条形试样 4 个, 其中一个在铝带搭缝上面, 另三个各相差  $90^{\circ}$ 。

##### 4.12.3 试验条件

材料类型	试验温度 $^{\circ}\text{C}$	恒温时间 h
HDPE MDPE	$115 \pm 2$	4
LDPE LLDPE	$100 \pm 2$	4

##### 4.12.4 试验步骤

4.12.4.1 先用游标卡尺测量试样的长度, 然后将试样水平放置于老化箱的有效工作区内, 自由悬挂在试样架上或置于滑石粉浴槽中, 使试样可自由伸缩。采用滑石粉浴槽时, 应首先将它预热至规定温度。

4.12.4.2 试样在试验条件所规定的温度下保持规定的时间。

4.12.4.3 届时取出带有试样的试样架或滑石粉浴槽, 冷却至室温。冷却后用原量具测量试样长度, 精确到 0.5mm。

## 4.12.5 试验结果及计算

4.12.5.1 试验结果以每个试样的热收缩率来表示。

4.12.5.2 热收缩率按下式计算：

$$\eta = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100\%$$

式中： $\eta$ ——试样热收缩率，%； $L_0$ ——试样加热前的长度，mm； $L_1$ ——试样加热后的长度，mm。

## 4.13 自承式电缆吊线拉断力试验与扭曲试验

## 4.13.1 试验设备

4.13.1.1 拉力试验机：其度盘的最大试验力不应超过钢绞线最小破断拉力的5倍。示值误差应不大于 $\pm 1\%$ 。

4.13.1.2 电缆复绕设备。

## 4.13.2 试样制备

4.13.2.1 从自承式电缆上截取一段吊线，剥去吊线护套，将钢绞线的两端用软铁丝等材料牢固捆扎，不少于5圈。

4.13.2.2 试验长度（拉力机夹头间的距离 $L$ ）应不小于300mm。

4.13.2.3 钢绞线试样两端拆散成帚头状。在任何情况下不得给裸露的钢丝进行矫直，但允许弯曲成钩形。

4.13.2.4 应清除钢丝表面油污，并添加少量助焊剂，但不得损伤钢丝表面。

4.13.2.5 经上述处理后的钢丝用铅锡合金或其他合金浇铸成圆锥体，加工后的钢绞线试样如图3所示。

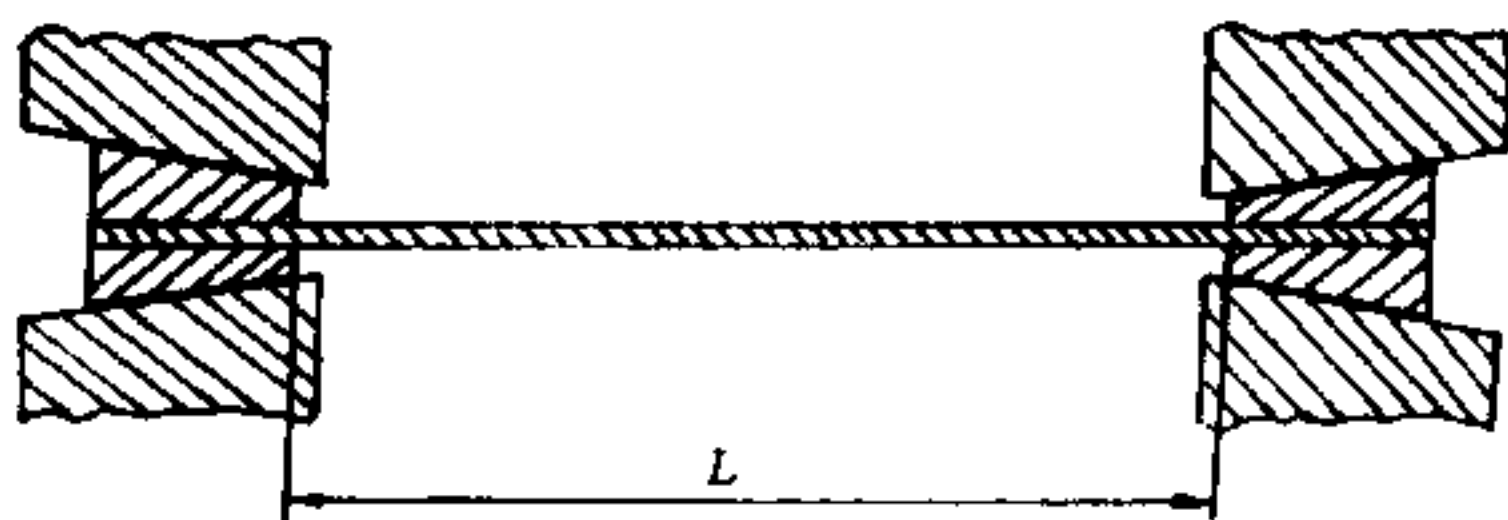


图 3

4.13.2.6 在保证试验结果准确性的前提下，可用直接固定在夹头内或缠绕在卷筒上等其他的绳头夹持方法。仲裁试验时，应采用浇铸方法。

## 4.13.3 试验条件

4.13.3.1 一般情况下，试验应在 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的室温下进行。如有特殊要求，试验温度应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。4.13.3.2 当施加的试验力不大于钢绞线最小破坏拉力的80%时，试验力可快速施加，而后应慢速施加。其施加的应力速率约 $10\text{MPa/s}$ 。

## 4.13.3.3 试验步骤

a) 将钢绞线试样夹紧于试验机上，并使试样轴线与夹头轴线相重合。

b) 试验时，按试验条件的规定并使指针平稳移动，记录整根钢绞线在拉伸试验时测得的最大拉力，

即为实测破断拉力,取 3 位有效数字。

c) 将制造长度的自承式电缆在电缆复绕设备上从一个盘上绕到另一个盘上,盘的筒体直径不小于缆芯护套外径的 15 倍。

#### 4.13.4 试验结果及计算

4.13.4.1 以钢绞线实测破断拉力作为钢绞线的最小拉断力,单位 kN。

4.13.4.2 在电缆复绕期间,用目力观察吊线是否有扭曲现象。

#### 4.14 非粘结型铝塑综合护套中护套与铝带间的附着力试验

##### 4.14.1 试验设备

4.14.1.1 拉力试验机:带有能将试样夹持紧固的夹具。

4.14.1.2 电热电化箱或烘箱。

##### 4.14.2 试样制备

从成品电缆上截取足够长度的一段试样,在试样的一端轴向剥去一段聚乙烯护套,露出带有铝带的缆芯,在试样的另一端纵向剖开一段聚乙烯护套,并除去这段带有铝带的缆芯。制成的试样如图 4 所示。

##### 4.14.3 试验条件

夹具分离速度应不大于 250mm/min。

##### 4.14.4 试验步骤

4.14.4.1 将制备好的试样置于恒温箱中并保持足够长的时间,直到铝带与聚乙烯护套间的接触面温度不低于 60℃ 为止。

4.14.4.2 届时取出试样,马上进行试验。试样的夹持方式如图 4 所示。剖开的聚乙烯护套应用适当方法固定在拉力机的滚花芯轴上。试验时铝带与聚乙烯护套间的接触面温度应不低于 60℃。

4.14.4.3 将夹持好的试样按规定的试验条件进行试验,记录护套与铝带间发生初始滑动时的力,精确到 0.1N。

##### 4.14.5 试验结果及计算

护套与铝带间的附着力按下式计算:

$$F = \frac{F_i}{\pi D}$$

式中:  $F$ ——护套与铝带间的附着力, N/mm;

$F_i$ ——护套与铝带间初始滑动时的力, N;

$D$ ——铝带外的缆芯直径, mm, 按 YD/T 837.5—1996 中 4.1 规定的方法测量。

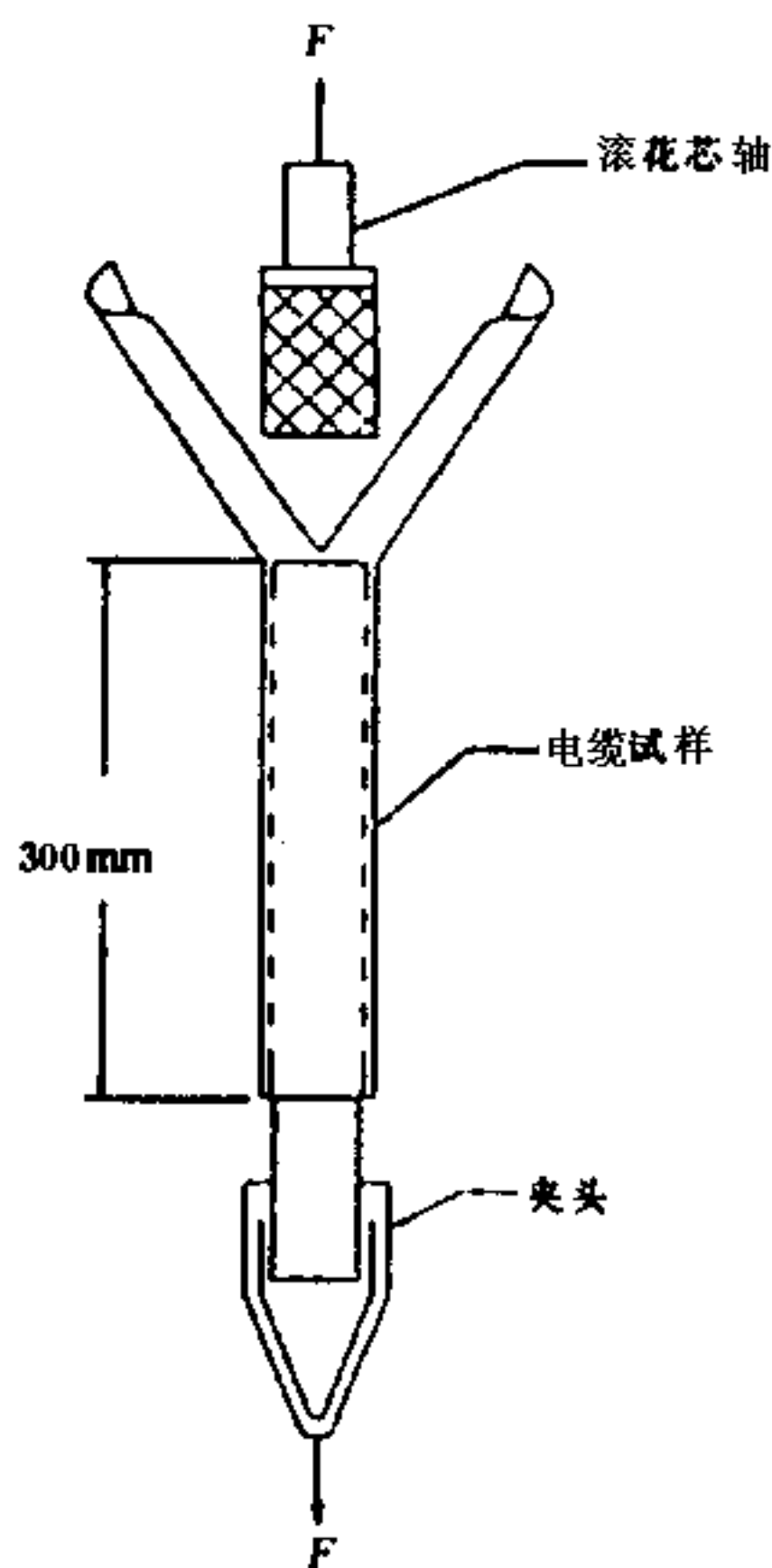


图 4

#### 4.15 钢带纵包铠装电缆的扭转试验

##### 4.15.1 试验设备

4.15.1.1 扭转设备：两端夹头应能将试样夹持紧固，不得发生滑移。旋转夹头的底座固定不动，固定夹头的底座可沿试样轴向转动。

4.15.1.2 恒温箱：温度范围应能满足试验的要求。

##### 4.15.2 试样制备

在制造长度的钢带纵包铠装电缆上，任取一段电缆，长度为  $1520\text{mm} \pm 50\text{mm}$ 。

##### 4.15.3 试验条件

电缆外径, mm	$< 51$	$\geq 51$
预处理温度, $^{\circ}\text{C}$	18~27	
预处理时间, h	$\geq 24$	
扭转角度, $^{\circ}$	$\geq 540$	$\geq 360$

##### 4.15.4 试验步骤

4.15.4.1 将试样按试验条件的规定进行预处理。

4.15.4.2 届时取出。应把试样弄直，并把试样两端夹紧在扭转设备的固定与旋转夹头中，然后把旋转夹头扭转试验条件所规定的角度。扭转方向应与钢带纵包重叠的方向相反。在扭转时，试样不应弯曲。

##### 4.15.5 试验结果

用目力检查试样中心部分的 914mm 长度上的护套是否开裂。

#### 4.16 碳黑含量试验

##### 4.16.1 试验设备

##### 4.16.1.1 试验装置

试验装置如图 5 所示,主要组成部分应符合下列要求:

- a) 管状电炉:  $0\sim 800^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi 30\text{mm}\times 400\text{mm}\pm 50\text{mm}$ 。
- b) 瓷舟: 长约 75mm。
- c) 硬质耐热玻璃管: 内径约 30mm, 长  $400\text{mm}\pm 50\text{mm}$ 。也可用二氧化硅或陶瓷管。
- d) 热电偶: 测量范围  $300^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 。
- e) U 形玻璃管:  $\phi 20\text{mm}$ , 带塞。
- f) 气体收集器: 带塞玻璃瓶, 内插  $\phi 10\text{mm}$  玻璃管。

4.16.1.2 分析天平: 感量 0.000 1g。

4.16.1.3 氮气: 含氧量小于 0.01%。

4.16.1.4 焦性没食子酸溶液: 取焦性没食子酸 5g 和氢氧化钾 50g, 与蒸馏水 100mL 配制而成, 用量为气体吸收塔容积 500mL 的三分之一左右。

#### 4.16.2 试样制备

从电缆的一端取一段足够重量的护套试样, 将试样切成小块, 任一方向上的尺寸应不大于 5mm。

#### 4.16.3 试验步骤

4.16.3.1 将瓷舟加热到灼热, 然后在干燥器中冷却至少 30min, 称重精确到 0.000 1g, 将  $1.0\pm 0.1\text{g}$  重的聚乙烯试样放到瓷舟中, 再一起称重量, 精确到 0.000 1g, 减去瓷舟的重量即得到聚乙烯试样的重量( $G_0$ ), 精确到 0.000 1g。

4.16.3.2 将装有试样的瓷舟放到硬质耐热玻璃管的中部, 然后将热电偶和一根可供氮气的管子插进燃烧管的一端, 热电偶的端部触及瓷舟, 燃烧管的另一端(排气口)与两只串联的盛有三氯乙烯的冷却收集器连接。第一冷却收集器用干冰冷却, 第二冷却收集器的排气管通向废气柜或户外大气。另外, 也允许将燃烧管的出口管直接通到户外大气。

4.16.3.3 燃烧管置于炉中, 在加热过程中通以氮气, 氮气流速为  $(1.7\pm 0.3)\text{L}/\text{min}$ , 并在以后加热过程中保持该流速。

4.16.3.4 炉子加热约 10min 后, 温度应达到  $300^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$ , 再加热 10min 到  $450^{\circ}\text{C}$  左右, 继续加热 10min 后到  $500^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ , 然后在此温度下保持 10min。

如果使用冷却收集器, 在加热结束时要将排气和冷却收集器分开, 把装有瓷舟的管子从炉中取出, 冷却 5min, 氮气流速与前相同。

4.16.3.5 从燃烧管的氮气输入端取出瓷舟, 在干燥器中冷却 20min~30min 并重新称重, 精确到 0.000 1g(残留物的重量  $G_1$ )。

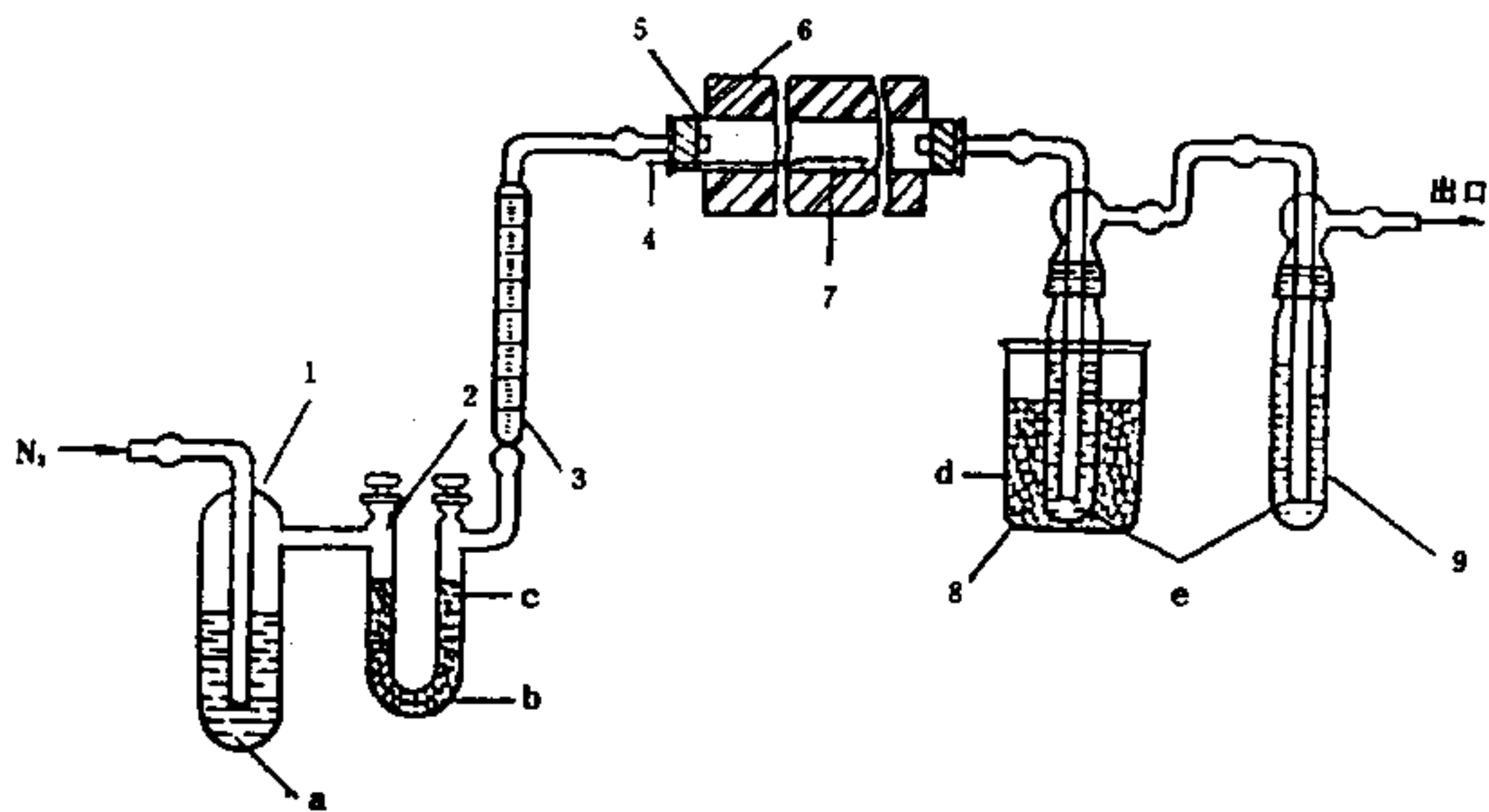
4.16.3.6 再将瓷舟放到燃烧管内, 在  $500^{\circ}\text{C}\pm 20^{\circ}\text{C}$  温度下, 以适当流速将空气或氧气代替氮气, 通到燃烧管内, 应使残留碳黑燃烧, 待试验设备完全冷却以后, 取出瓷舟, 再称重量, 精确到 0.000 1g(残留物的重量  $G_2$ )。

#### 4.16.4 试验结果及计算

碳黑含量按下式计算:

$$A = \frac{G_1 - G_2}{G_0} \times 100\%$$

式中:  $A$ ——碳黑含量, %。



1—气体吸收塔；2—U形干燥管；3—流量计；4—热电偶；5—硬质耐热玻璃管；  
6—管状电炉；7—瓷舟；8—第一冷却收集器；9—第二冷却收集器；a—焦性没  
食子酸溶液；b—干燥剂；c—玻璃纤维；d—干冰；e—三氯乙烯（试剂级以上）

图 5 试验装置