



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24456—2009

## 高密度聚乙烯硅芯管

High-density polyethylene silicore plastic duct

2009-10-15 发布

2010-03-01 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



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 结构与分类 .....	1
3.1 结构 .....	1
3.2 产品分类 .....	2
3.3 产品标记 .....	2
4 材料 .....	2
5 要求 .....	2
5.1 一般要求 .....	2
5.2 规格尺寸 .....	3
5.3 硅芯管的物理化学性能 .....	3
5.4 硅芯管连接头 .....	4
5.5 硅芯管管塞 .....	4
5.6 系统适用性 .....	4
6 试验方法 .....	4
6.1 状态调节和试验标准环境 .....	4
6.2 检验仪器和试验准备 .....	4
6.3 外观检验 .....	5
6.4 尺寸测量 .....	5
6.5 物理化学性能检验 .....	5
7 检验规则 .....	6
7.1 一般规则 .....	6
7.2 型式检验 .....	6
7.3 出厂检验 .....	7
8 标识、包装、运输、贮存 .....	7
8.1 产品标识 .....	7
8.2 包装 .....	7
8.3 运输 .....	7
8.4 贮存 .....	7
8.5 产品随行文件 .....	8
附录 A (规范性附录) 硅芯管专用连接头要求 .....	9
附录 B (规范性附录) 不圆度测试方法 .....	10
附录 C (规范性附录) 平板法测定静态摩擦系数试验方法 .....	11
附录 D (规范性附录) 圆鼓法测定动态摩擦系数试验方法 .....	13
附录 E (规范性附录) 冷弯曲性能试验方法 .....	15
参考文献 .....	16

## 前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E 为规范性附录。

本标准由中国轻工业联合会提出。

本标准由全国塑料制品标准化技术委员会塑料管材、管件及阀门分技术委员会(SAC/TC 48/SC 3)归口。

本标准起草单位:国家交通安全设施质量监督检验中心、湖北凯乐科技股份有限公司、福建亚通新材料科技股份有限公司、衡水宝力(集团)有限公司、信息产业部有线通信产品质量监督检验中心。

本标准主要起草人:韩文元、张拥军、魏作友、刘颖、宋志佗。

# 高密度聚乙烯硅芯管

## 1 范围

本标准规定了高密度聚乙烯硅芯管(以下简称“硅芯管”)的结构与分类、材料、要求、试验方法、检验规则以及标识、包装、运输、贮存。

本标准适用于地下直埋、管道、道槽等环境下铺设的光缆、电缆保护用硅芯管及配套管件。

本标准不适用于室外直接暴露于太阳光下以及气吹压力大于 1.2 MPa 的光缆、电缆保护用硅芯管及配套管件。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准。然而,鼓励根据本标准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标准。

- GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2008,ISO 780:1997,MOD)
- GB/T 1842—2008 塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法
- GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度(邵氏硬度)
- GB/T 2828.1—2003 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2918—1998 塑料试样状态调节和试验的标准环境
- GB/T 3682—2000 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定
- GB/T 6111—2003 流体输送用热塑性塑料管材 耐内压试验方法
- GB/T 6671—2001 热塑性塑料管材 纵向回缩率的测定
- GB/T 6995.2 电线电缆识别标志方法 第2部分 标准颜色
- GB/T 8804.1—2003 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第1部分:试验方法总则
- GB/T 8804.3—2003 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分:聚烯烃管材
- GB/T 8806—2008 塑料管道系统 塑料部件尺寸的测定
- GB/T 9647—2003 热塑性塑料管材环刚度的测定
- GB/T 11116 高密度聚乙烯树脂
- GB/T 14152—2001 热塑性塑料管材耐外冲击性能试验方法:时针旋转法

## 3 结构与分类

### 3.1 结构

硅芯管由高密度聚乙烯(PE-HD)外层和永久性固体硅质内润滑层(简称硅芯层)组成,一般带有色条,断面结构示意图如图1所示。

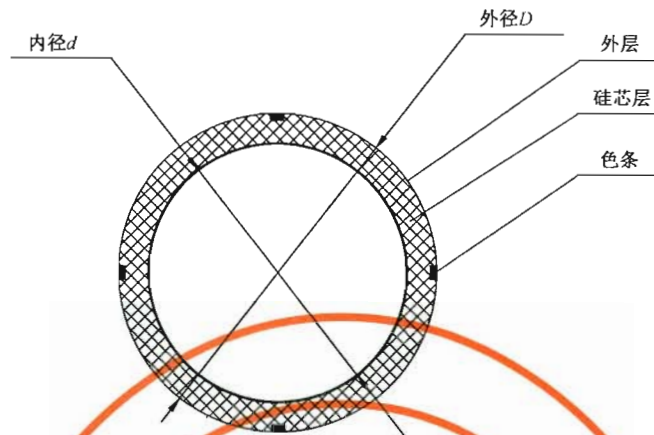


图 1 硅芯管断面结构示意图

### 3.2 产品分类

#### 3.2.1 按结构划分为：

- 内壁和外壁均是平滑的实壁硅芯管，用拉丁字母 S 表示；
- 外壁光滑、内壁纵向带肋的带肋硅芯管，用拉丁字母 R1 表示；
- 外壁带肋、内壁光滑的带肋硅芯管，用拉丁字母 R2 表示；
- 外壁、内壁均带肋的带肋硅芯管，用拉丁字母 R3 表示。

#### 3.2.2 按产品颜色划分：

- 外层为一种颜色不带色条的单色硅芯管；
- 外层镶嵌其他颜色色条的彩条硅芯管。

### 3.3 产品标记

硅芯管的产品标记由名称、标准编号、顺序号、材料、规格、管壁结构、外层颜色代号组成，其中：材料用 PE-HD 表示，规格见表 2，如 40/33，管壁结构见 3.2.1 条，S—实壁管，通常可省略，R1，R2，R3—带肋管，外层颜色代号见表 1。

标记示例：符合 GB/T 24456 的 40/33 内外壁光滑的黑色硅芯管，其标记为：

硅芯管 GB/T 24456 PE-HD 40/33 BK

## 4 材料

生产硅芯管的主料应使用符合 GB/T 11116 规定的高密度聚乙烯挤出级树脂，其熔体流动速率 MFR(190/2.16)为 0.1 g/10 min~1.0 g/10 min。在保证符合本标准第 5 章要求的条件下，可使用不超过 10% 的本企业清洁的回用料。

## 5 要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 外观

硅芯管颜色应均匀一致；内外表面应规整、均匀、光滑，无塌陷、坑凹、孔洞、撕裂痕迹及杂质麻点等缺陷；截面应光亮，无气泡、裂痕、砂眼、杂质等缺陷；硅芯管内外层应紧密熔结、无脱开现象。

#### 5.1.2 外层颜色及色条

5.1.2.1 硅芯管外层及色条颜色应符合 GB/T 6995.2 的要求。

5.1.2.2 外层颜色和色条颜色应从表1中选用,并用一至两个大写拉丁字母代号表示,如BK表示黑色,BL表示蓝色,BR表示棕色。

表1 识别用硅芯管色条

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
颜色	蓝	橙	绿	棕	灰	白	红	黑	黄	紫	粉红	青绿
代号	BL	OR	G	BR	GW	W	R	BK	Y	P	PK	AQ

5.1.2.3 彩条硅芯管的色条一般沿硅芯管外壁均布4组,每组一至两条,同组色条宽度 $2\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 、间距 $2.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 、厚度 $0.1\text{ mm} \sim 0.3\text{ mm}$ 。

## 5.2 规格尺寸

5.2.1 硅芯管规格及尺寸允差应符合表2规定。

表2 硅芯管规格及尺寸允差

规格 (DN)	平均外径 $d_m$ /mm		壁厚及允差/mm		不圆度/%	
	标称值	允差	标准值	允差	绕盘前	绕盘后
32/26	32	$+0.3$ 0	2.5	$+0.30$ 0	$\leq 2$	$\leq 3$
34/28	34	$+0.3$ 0	3.0	$+0.30$ 0	$\leq 2$	$\leq 3$
40/33	40	$+0.4$ 0	3.5	$+0.35$ 0	$\leq 2.5$	$\leq 3.5$
46/38	46	$+0.4$ 0	4.0	$+0.35$ 0	$\leq 3$	$\leq 5$
50/41	50	$+0.5$ 0	4.5	$+0.40$ 0	$\leq 3$	$\leq 5$
63/54	63	$+0.6$ 0	5.0	$+0.40$ 0	$\leq 3$	$\leq 5$

注：带肋管的规格尺寸及允差由供需双方商定。

5.2.2 硅芯管应顺序缠绕在盘架上,盘架的结构应满足硅芯管最小弯曲半径的要求,每盘硅芯管出厂长度应符合表3的规定,也可由供需双方商定,但盘中不应有接头。

表3 长度及偏差

规格 (DN)	标称长度/m	长度偏差/%
32/26	3 000	$\geq +0.3$
34/28	3 000	$\geq +0.3$
40/33	2 000	$\geq +0.3$
46/38	1 500	$\geq +0.3$
50/41	1 500	$\geq +0.3$
63/54	1 000	$\geq +0.3$

## 5.3 硅芯管的物理化学性能

硅芯管的物理化学性能应符合表4的规定。

表 4 硅芯管物理化学性能指标

项 目	32/26	34/28	40/33	46/38	50/41	63/54
外壁硬度/HD	≥59					
内壁摩擦系数	静态: ≤0.25(平板法,对 PE-HD 标准试棒)					
	动态: ≤0.15(圆鼓法)					
拉伸屈服强度/MPa	≥20					
断裂伸长率/%	≥350					
最大牵引负荷/N	≥5 000	≥6 000	≥8 000	≥10 000	≥11 000	≥12 000
冷弯曲性能	按以下弯曲半径对相应规格的硅芯管进行冷弯曲试验,应无开裂和明显应力发白现象					
	300 mm	300 mm	400 mm	500 mm	625 mm	750 mm
环刚度/(kN/m <sup>2</sup> )	≥50			≥40		≥30
复原率/%	垂直方向加压至外径变形量为原外径的 50%时,立即卸荷,试样不破裂、不分层,10 min 内外径能自然恢复到原来的 85%以上					
耐落锤冲击性能	在温度 -20 °C,高度 2 m 条件下,用 15.3 kg 重锤冲击 10 个试样,应 9 个(含)以上通过					
耐液压性能	在温度 20 °C,水压 2.0 MPa 条件下,保持 15 min,试样无可见裂纹、无破裂					
纵向收缩率/%	≤3.0					
耐环境应力开裂	48 h,失效数 ≤20%					
耐碳氢化合物性能	用庚烷浸泡 720 h 后对硅芯管施加 528 N 的外力,试样不损坏,产生的永久变形不超过 5%					

5.4 硅芯管接头

硅芯管接头应符合附录 A 的规定。

5.5 硅芯管管塞

硅芯管管塞的密封性能应满足系统适用性的要求。

5.6 系统适用性

管材与接头连接后应进行系统适用性试验,应符合表 5 的要求。

表 5 系统适用性

系统密封性	温度 20 °C,压力 50 kPa 条件下,保持 24 h,无渗漏					
管接头连接力/N	32/26	34/28	40/33	46/38	50/41	63/54
		≥4 300	≥4 300	≥6 700	≥8 000	

6 试验方法

6.1 状态调节和试验标准环境

除特殊规定外,试样应按 GB/T 2918—1998 的规定在 23 °C ±2 °C 下进行状态调节 24 h,并且在此环境下进行试验。

6.2 检验仪器和试验准备

6.2.1 检验所用的万能材料试验机负荷准确度等级不低于 1 级;长度计量器具精度等级:钢卷尺不低于 2 级,其他不低于 1 级。

6.2.2 做拉伸试验所用试样的取样、制备和试验机的调整、操作等要求除特殊规定外,还应按

GB/T 8804.1—2003、GB/T 8804.3—2003 的规定执行。

### 6.3 外观检验

在正常光线下,用目测法直接检验。

### 6.4 尺寸测量

硅芯管尺寸的测量按 GB/T 8806—2008 的规定,长度用分度值为 1 mm 的卷尺测量,内外径用分度值不低于 0.02 mm 的量具测量,壁厚宜用分度值不低于 0.01 mm 的测厚仪或其他量规测量,不圆度测量见附录 B。

### 6.5 物理化学性能检验

#### 6.5.1 外壁硬度

将长度 100 mm 的硅芯管试样紧密套在外径适当的金属棒上,放置在 D 型邵氏硬度计正下方,按 GB/T 2411 规定的方法,读取试验的瞬时硬度为测量结果,共进行五次,取其算术平均值为测量结果。

#### 6.5.2 内壁摩擦系数

6.5.2.1 内壁静态摩擦系数试验方法见附录 C。

6.5.2.2 内壁动态摩擦系数试验方法见附录 D。

#### 6.5.3 拉伸屈服强度及断裂伸长率

试样形状应符合 GB/T 8804.3—2003 中类型 2 的规定,用冲裁的方法从管材上截取三个试样。试验按 GB/T 8804.1—2003 的步骤进行,试验速度为  $(100 \pm 5)$  mm/min。取三个有效试验的算术平均值作为测试结果。

注:若无明显屈服点时,以最大拉伸强度为试验结果。

#### 6.5.4 最大牵引负荷

取三段长度为  $(200 \pm 5)$  mm 的完整硅芯管试样,试样两端应垂直切平。用专用夹具将试样夹持在试验机上,拉伸速度为  $(450 \pm 10)$  mm/min,直至试样屈服时,读取试验的屈服负荷为试验结果。若试样在夹具边缘断裂,则试验无效,应重新更换试样。取三个有效试验的算术平均值为测试结果。

#### 6.5.5 冷弯曲性能

冷弯曲性能见附录 E。

#### 6.5.6 环刚度

取三段长度为  $(200 \pm 1)$  mm 的完整硅芯管试样,压缩速度  $(5 \pm 1)$  mm/min,压缩量为内径的 5%,按 GB/T 9647—2003 的规定进行。

#### 6.5.7 复原率

取三段长度为  $(200 \pm 1)$  mm 的完整硅芯管试样,试样两端应垂直切平。在试样直径两端做好标记,并量取标记处的外径为初始外径。按 GB/T 9647—2003 的规定将试样放置在两平行压板之间,以  $(100 \pm 5)$  mm/min 的试验速度沿标记外径方向加压至外径变形量为初始外径的 50% 时,立即卸荷,在标准状态下恢复 10 min,再次量取标记处的外径为终了外径,按式(1)计算复原率:

$$A = \frac{D_1}{D_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

A——复原率, %;

$D_1$ ——试验后终了外径;

$D_0$ ——试验前初始外径。

取三个试样试验结果的算术平均值为测试结果。

#### 6.5.8 耐落锤冲击性能

按 GB/T 14152—2001 的规定,截取 10 个硅芯管试样,将试样放在温度  $(-20 \pm 2)$  °C 的低温试验箱中保持 2 h。在落锤高度 2 m,锤头尺寸型号为 D90,落锤总质量 15.3 kg 的条件下进行冲击,每个试样



冲击一次,每次取出一个试样,在 30 s 内完成。试样不破裂或裂纹宽度不大于 0.8 mm 为合格,10 个试样中,9 个(含)以上试样合格为落锤冲击试验合格。

#### 6.5.9 耐液压性能

取两段长度不小于 250 mm 的完整硅芯管试样,按照 GB/T 6111—2003 规定的 A 型密封方式对试样端头进行密封,将该试样夹持到试验机上缓慢注水,水温 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,1 min 内达到规定的压力后保持 15 min,试样无明显鼓胀、无渗漏、不破裂为合格。

#### 6.5.10 纵向收缩率

按 GB/T 6671—2001 试验方法 B 进行,取三段长度 $(200\pm 5)\text{mm}$ 的硅芯管,标距 100 mm,烘箱温度 $(110\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.5.11 耐环境应力开裂

按 GB/T 1842—2008 规定,从硅芯管上沿轴线直接截取试样,刻痕长度方向与轴线一致,刻痕深度:壁厚小于等于 3.5 mm 时为 0.65 mm,壁厚大于 3.5 mm 时为 0.80 mm;其他规定见 GB/T 1842—2008,试剂为壬基酚聚氧乙烯醚(TX-10)10%(体积分数)水溶液,试验温度 50  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.5.12 耐碳氢化合物性能

在标准试验环境下,取三段长度为 $(300\pm 1)\text{mm}$ 硅芯管试样,用庚烷浸泡 720 h 后取出,排干试验液体,在室温下放置 30 min,之后对硅芯管径向施加 528 N 的压力并保持 1 min,卸荷后立即对试样进行观测,试样无损坏或产生的永久变形不超过 5%为合格。

#### 6.5.13 系统密封性试验

取两段长度适当的完整硅芯管试样,用硅芯管专用接头按生产企业提供的工具和方法连接好,一端用管塞密封好,另一端连接专用卡具注水,在水温 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,压力 50 kPa 条件下,保持 24 h,试样的接头、管塞均不渗漏为合格。

#### 6.5.14 管接头连接力

取两段长度为 $(200\pm 5)\text{mm}$ 的完整硅芯管,用硅芯管专用接头按生产企业提供的工具和方法连接好组成试样,用专用卡具将该试样夹持到拉伸试验机上,拉伸速度为 $(100\pm 5)\text{mm}/\text{min}$ ,直至管接头被拉破裂或硅芯管被拉出时,读取试验的最大拉伸负荷为试验结果。如此共进行三组试验,取三次试验结果的算术平均值为测试结果。

#### 6.5.15 熔体流动速率

按 GB/T 3682—2000 规定进行,试验温度 190  $^{\circ}\text{C}$ ,试验负荷 2.16 kg。

### 7 检验规则

#### 7.1 一般规则

产品的检验分为型式检验和出厂检验,产品通过型式检验合格后,才应批量生产。

#### 7.2 型式检验

##### 7.2.1 检验项目

型式检验项目为本标准第 5 章的全部要求。

##### 7.2.2 检验频次

型式检验为每年进行一次,如有下列情况之一时,也应进行型式检验:

- a) 正式生产过程中,如原材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- b) 产品停产半年以上,恢复生产时;
- c) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

##### 7.2.3 判定规则

型式检验时,如有任一项指标不符合本标准要求时,则需重新抽取双倍试样,对该项指标进行复验,复验结果仍然不合格时,则判该型式检验为不合格。

### 7.3 出厂检验

#### 7.3.1 一般要求

产品需经生产单位质量部门检验合格并附产品质量合格证明方可出厂。

#### 7.3.2 组批

同一批号树脂、同一配方和同一工艺生产的同一规格的硅芯管可组为一批，一般不大于 500 km。

#### 7.3.3 出厂检验项目

出厂检验项目为：5.1、5.2 及 5.3 中规定的拉伸屈服强度、断裂伸长率、耐落锤冲击性能、内壁静态摩擦系数。

#### 7.3.4 抽样方案

7.3.4.1 出厂检验中的 5.1、5.2 要求的项目按照 GB/T 2828.1—2003 的规定，AQL 取 4.0、正常检验一次抽样、一般检验水平 II、以盘为单位抽取样本，常用样本数量见表 6。

表 6 抽样方案表

单位为盘

批量 $N$	样本量 $n$	接收数 $A_c$	拒收数 $R_e$
2~25	3	0	1
26~90	13	1	2
91~150	20	2	3
151~280	32	3	4
281~500	50	4	5

7.3.4.2 在计数抽样合格的样品中，随机抽取足够的样品进行 5.3 中规定的拉伸屈服强度、断裂伸长率、耐落锤冲击性能、内壁静态摩擦系数试验。

#### 7.3.5 判定规则

7.3.5.1 对于 5.1、5.2 规定的项目按照表 6 进行判定。

7.3.5.2 对于 5.3 中规定的拉伸屈服强度、断裂伸长率、耐落锤冲击性能、内壁静态摩擦系数，如有任一项指标不符合本标准要求时，则需重新抽取双倍试样，对该项指标进行复验；如复验样品仍有不合格，则判该批为不合格批。

## 8 标识、包装、运输、贮存

### 8.1 产品标识

在硅芯管表面每间隔 1 m，印制 3.3 规定的标记，并在标记前加上生产企业名称或商标，在标记后加上本标准编号、计米长度和生产日期。

### 8.2 包装

硅芯管两端密封后，固定在盘架上，并用适当的包装物加以保护，以保证在正常运输和存放过程中不进水或其他杂物，并具有短期抗紫外光辐射的能力；每个盘架上应附有盘架编号和包装标识，标识上应有“怕晒”、“远离热源”等字样或标志，标志应符合 GB/T 191 的有关规定。

### 8.3 运输

硅芯管在运输时，不应受剧烈的撞击、摩擦和重压。卸货时，应用叉车或吊车，不应将硅芯管直接从运输工具上推下。

### 8.4 贮存

8.4.1 硅芯管存放场地应平整，堆放应整齐，存放场地应有明显的“禁止烟火”标志。贮存和使用过程中，应防止利器刮碰，应远离高温热源或明火，不应长期露天曝晒。

8.4.2 产品贮存期一般不大于 18 个月。

8.5 产品随行文件

8.5.1 每盘硅芯管应附有制造标签和合格证标签,每批还应提供产品使用说明书。

8.5.2 制造标签主要内容包括:产品标记、长度、生产日期、批号、盘号、产品标准编号、生产企业名称、联系地址等。

8.5.3 合格证标签主要内容包括:合格证、检验人员代号、检验日期等。

8.5.4 产品使用说明书中应给出硅芯管的极限使用条件、施工方法和注意事项。

**附录 A**  
(规范性附录)  
**硅芯管专用连接头要求**

**A.1 结构组成**

连接头一般由连接壳体、密封圈和卡簧组成,壳体由连接螺管、螺帽组成。

**A.2 材料要求**

A.2.1 壳体和卡簧宜选用聚碳酸酯(PC)或工程塑料(ABS)注塑制成,主要性能指标见表 A.1。

**表 A.1 连接头壳体材料主要性能**

项 目	单 位	技术指标
硬度	邵氏,HD	≥75
拉伸强度	MPa	≥45
冲击强度(缺口)	kJ/m <sup>2</sup>	≥50
燃烧性	—	慢

A.2.2 密封圈宜采用高弹性能的橡胶材料,并且具有耐压、耐磨、耐环境应力开裂、耐老化性能以及耐酸、碱、盐等溶剂腐蚀性能。

**A.3 外观**

连接螺管与配合螺帽的内外壁应光滑,无缺陷;两者螺旋配合良好,外壁有规格型号标志。

**A.4 配合及尺寸**

连接螺管内径( $D_1$ )应在满足被接塑料管外径( $D_0$ )及其公差的情况下顺利插入,即  $D_1 > D_0$ 。

连接螺管长度( $L_1$ ): 不小于硅芯管外径( $D_0$ )的 2.5 倍。

组装后连接件总长度( $L_2$ ): 不小于硅芯管外径( $D_0$ )的 3.5 倍。

**A.5 组装后的机械性能**

连接件组装后可反复拆卸使用,机械性能应符合表 A.2 的要求。

**表 A.2 连接件组装后的机械性能**

项 目	主要性能
抗压荷载	连接件组装后,在 2 000 N 侧压力作用下保持 1 min,应无明显变形,撤去作用力后,不影响继续使用
耐冲击性能	连接件组装后,在其上方 0.54 m 处自由跌落 3 kg 钢球,冲击连接件,在不同位置冲击 3 次,连接件无损伤并且不影响使用
跌落试验	分别在 -40 ℃ 和 +60 ℃ 条件下存放 5 h,取出后立即在 2 m 高度进行自由跌落试验,连接件无损伤并且不影响使用

**A.6 气闭性能及连接强度**

连接件的气闭性能及连接强度应符合 5.6 的要求。

**附 录 B**  
**(规范性附录)**  
**不圆度测试方法**

**B.1 适用范围**

本方法适用于测定以盘/卷形式包装的硅芯管产品和生产线上截取的硅芯管的不圆度。

**B.2 检测设备**

游标卡尺,精确至±0.02 mm。

**B.3 样品**

取一段长度为 500 mm 的硅芯管试样,并在标准状态下恢复 24 h。当用于测量生产线上的硅芯管的不圆度时,应在硅芯管导出装置之前截取样品。

**B.4 结果判定**

不圆度不应超过标准规定值。

**B.5 测试步骤**

**B.5.1** 连续缓慢地转动试样,在试样中部一固定圆周上,用游标卡尺进行一系列的外径测量,测出该断面最大外径和最小外径。以此方法,对五个断面进行测量,每次测量间距约 50 mm。对五次测量结果的最大外径进行算术平均,即可得到最大平均外径;同样,对五次测量结果的最小外径进行平均,即可得到最小平均外径。

**B.5.2** 按式(B.1)计算平均外径:

$$\text{平均外径} = (\text{最大平均外径} + \text{最小平均外径})/2 \quad \dots\dots\dots(\text{B.1})$$

**B.5.3** 按式(B.2)计算不圆度:

$$\text{不圆度} = 100 \times (\text{最大平均外径} - \text{最小平均外径})/ \text{平均外径} \quad \dots\dots\dots(\text{B.2})$$

附录 C

(规范性附录)

平板法测定静态摩擦系数试验方法

C.1 测试原理

测试原理如图 C.1 所示,质量为  $m$  的物体有一个垂直向下的重力  $mg$ ,当倾角  $\alpha$  逐渐增加并使物体克服摩擦力开始向下滑动时,即可按此时的倾角  $\alpha$  形成的斜面进行摩擦系数的计算。

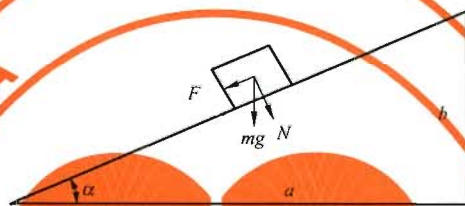


图 C.1 平板法测定静态摩擦系数原理图

摩擦系数可按式(C.1)和式(C.2)进行定义:

$$\mu = \frac{F}{N} \quad \text{..... (C.1)}$$

式中:

$F$ ——斜面对物体的摩擦力,  $F = mg \cdot \sin\alpha$  ;

$N$ ——斜面对物体的正压力,  $N = mg \cdot \cos\alpha$  ;

$\mu$ ——摩擦系数。

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{mg \cdot \sin\alpha}{mg \cdot \cos\alpha} = \tan\alpha = \frac{b}{a} \quad \text{..... (C.2)}$$

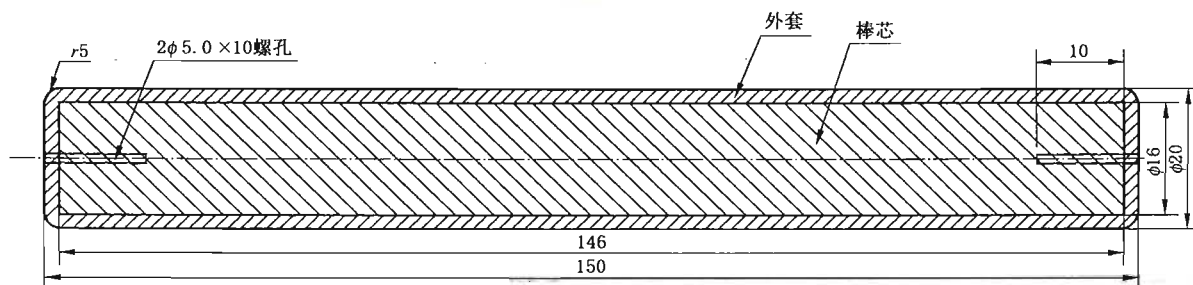
C.2 测试装置

测试装置由斜面、斜面升降装置、水平标尺、竖直标尺组成,测试斜面长度  $L$  为 1 000 mm,水平标尺和竖直标尺可用分辨率 0.5 mm,精度 A 级的钢板尺组成。

C.3 标准试棒

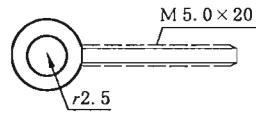
标准试棒由金属材料棒芯和高密度聚乙烯外套组成的长度为 150 mm、直径为 20 mm 的圆棒,圆棒表面的光洁度等级为  $\nabla 4$ ,表面邵氏硬度 HD 为  $59 \pm 2$ ,质量为  $(270 \pm 10)$ g,结构如图 C.2 所示。

单位为毫米



a) 标准试棒结构图

图 C.2 标准试棒示意图



b) 牵引挂钩示意图

图 C.2 (续)

#### C.4 测试方法

取长度为 500 mm 的硅芯管,放置在测试斜面上,硅芯管的母线与斜面中心线平行并与斜面紧固。然后,将标准试棒放置在硅芯管内,长度方向与硅芯管轴线平行,试棒露出硅芯管的距离大于 20 mm。用升降装置将斜面缓慢升起,试棒向下滑动时,记录水平标尺和垂直标尺的数值,并按式(C.2)计算摩擦系数。如此共试验 9 次,每次都应将硅芯管旋转一个角度,取 9 次测试结果的算术平均值作为试样的静态摩擦系数。

## 附录 D

(规范性附录)

## 圆鼓法测定动态摩擦系数试验方法

## D.1 适用范围

本方法适用于圆鼓法测定光(电)缆在硅芯管内壁滑动时与管内表面之间的动态摩擦系数。

## D.2 检测设备

- D.2.1 圆鼓:外径为 760 mm 的钢制圆鼓。  
 D.2.2 拉伸试验机:带有记录装置的电子万能材料试验机。  
 D.2.3 专用砝码:砝码质量 20 kg。  
 D.2.4 计算机控制及数据记录软件。

## D.3 试样

- D.3.1 被测试样:长度约 4 m 的硅芯管。  
 D.3.2 测试电缆:直径(15±2)mm、长度约 6 m 的 PE-MD 护套光(电)缆。  
 D.3.3 硅芯管内表面和光(电)缆外表面应无限制光(电)缆滑动的任何缺陷。

## D.4 试验条件

试验前,试验设备和样品应放置在(23±2)℃条件下保持 2 h,并在此条件下试验。

## D.5 试验步骤

- D.5.1 把硅芯管按图 D.1 所示方法使用 U 型卡箍固定在圆鼓上,固定应稳定,防止测试时硅芯管与圆鼓产生相对移动,硅芯管沿圆鼓的缠绕角度为 45°。  
 D.5.2 把测试电缆放入硅芯管内,切割的缆长应满足测试的最大行程。  
 D.5.3 与测试电缆相连的夹头应能承受测试的最大拉伸负荷。  
 D.5.4 把专用砝码固定在测试电缆的一端,水平端与夹头连接,夹头通过线绳与拉伸试验机相连。  
 D.5.5 打开拉伸试验机,设定拉伸速度为 100 mm/min,当砝码刚好离开地面时停止拉伸。调整圆鼓上的硅芯管,使测试电缆在硅芯管中间。  
 D.5.6 开启试验机的拉伸程序,速度为 100 mm/min,当横梁位移到 100 mm~120 mm 时停止牵引,降下试验机横梁,使砝码落到地面。  
 D.5.7 当砝码落下,保证拉伸试验机无载荷后,将拉伸试验机的力值和位移回零。  
 D.5.8 开启试验机的拉伸程序,进行正式试验,拉伸速度为 100 mm/min,当横梁位移到 200 mm 时停止牵引,在 100 mm~160 mm 的位移区间上读取并计算出拉伸试验的平均拉伸负荷  $F$ ,按式(D.1)计算硅芯管的动态摩擦系数。

$$\mu = \frac{\ln(F/N)}{\theta} \dots\dots\dots(D.1)$$

式中:

$\mu$ ——动摩擦系数;



$F$ ——平均拉伸负荷,单位为牛顿(N);

$N$ ——专用砝码产生的重力,数值为  $20 \times 9.8 = 196 \text{ N}$ ;

$\theta$ ——硅芯管在圆鼓上缠绕角度,数值为  $7.854$  弧度。

D.5.9 此试验共进行三次,取三次试验结果的算术平均值为动摩擦系数。

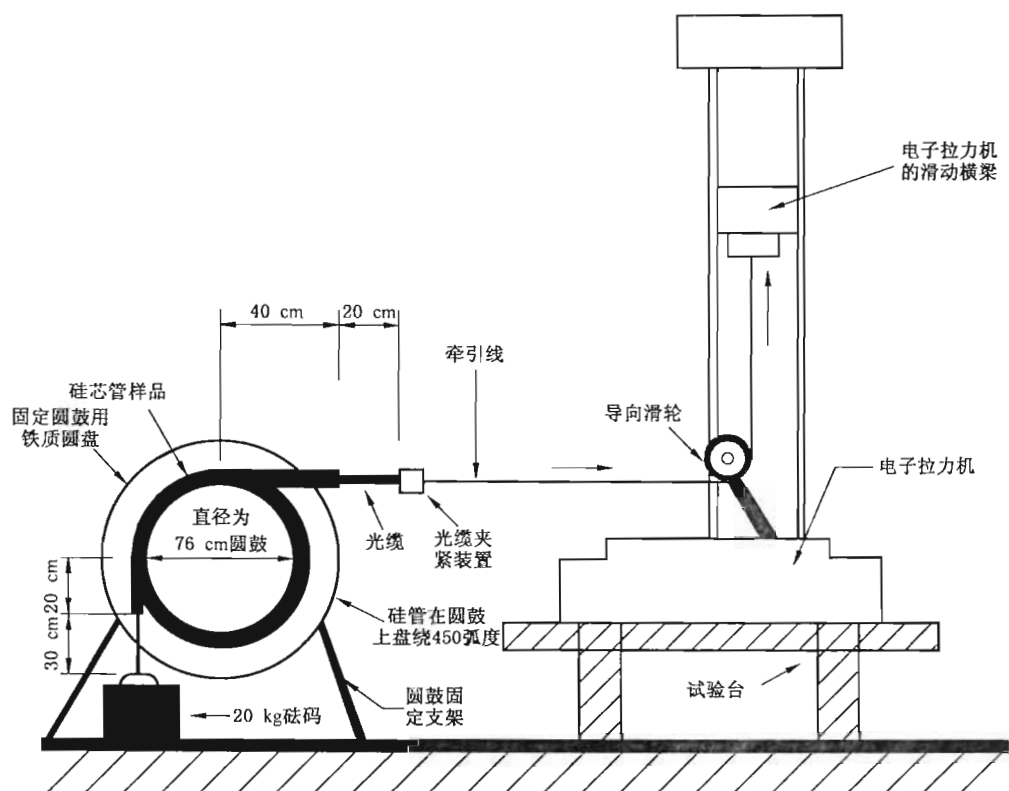


图 D.1 圆鼓法测定摩擦系数试验示意图

附 录 E  
(规范性附录)  
冷弯曲性能试验方法

### E.1 适用范围

本方法适用于测定低温下硅芯管的抗弯曲性能。

### E.2 检测设备

低温装置:温度能控制在 $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

弯曲试验装置:半径误差不大于5 mm的钢制圆滚筒,滚筒外表面无毛刺。

### E.3 样品

取三根1.5 m长的硅芯管作为试样(当硅芯管外径大于40 mm时,为2.0 m),试验前试样应放置在 $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 温度条件下保持2 h。

### E.4 测试步骤

E.4.1 从低温装置中取出一根试样,迅速在四个不同方向上进行弯曲试验,每个方向沿滚筒弯曲 $180^{\circ}$ ,弯曲状态呈U型。

E.4.2 第一次弯曲后,转动 $180^{\circ}$ 进行第二次弯曲,然后转动 $90^{\circ}$ ,进行第三次弯曲,再转动 $180^{\circ}$ 进行第四次弯曲。从低温装置取出试样开始,每次弯曲试验的时间间隔不能超过20 s,四次弯曲试验的总时间不能超过40 s。

E.4.3 从低温装置中取出另外两根试样,依此按照E.4.1、E.4.2的步骤进行弯曲试验。

### E.5 结果判定

试样经过弯曲试验后,无开裂和明显应力发白现象为合格,三个试样都合格时为冷弯曲性能合格。

参 考 文 献

- [1] JT/T 496—2004 《公路地下通信管道 高密度聚乙烯硅芯塑料管》
  - [2] 美国 ASTM D3485—97 《预穿放电缆用可缠绕实壁聚乙烯塑料管》
  - [3] 美国电力制造商协会标准 NEMA TC7—1990 《可缠绕实壁聚乙烯电力塑料管道》
  - [4] 美国 Bellcores 企业标准 TR-NWT-000356 《光缆内保护管通用技术要求》
  - [5] 欧洲 PrEN 14281 《埋地线缆套管用塑料管道系统 聚乙烯管材、管件和系统》
-