



团体标准

T/CSTM 00045.5-2018/T/CSCP 0033-2017

全国团体标准信息平台

土壤环境腐蚀试验

第 5 部分：线缆材料腐蚀试验

Soil environment corrosion test—Part 5: Corrosion tests of cable materials

CSTM标准发布使用

全国团体标准信息平台

2018-10-16 发布

2019-01-01 实施

中关村材料试验技术联盟 发布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试件的制备.....	1
5 试件的埋置和取样.....	3
6 电缆、光缆塑料外护层试件的分析鉴定.....	4
7 电缆、光缆金属护套试件的分析鉴定.....	13
8 电缆、光缆及和构件制品试件的分析鉴定.....	17
9 电缆、光缆试件原位测试试验方法.....	23
附录 A（资料性附录）.....	27
参考文献.....	28

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

前 言

T/CSTM 00045 P《土壤环境腐蚀试验》分为如下 6 个部分：

- 第 1 部分： 通则
- 第 2 部分： 碳钢和低合金钢及涂层腐蚀试验
- 第 3 部分： 不锈钢和有色金属腐蚀试验
- 第 4 部分： 建筑材料腐蚀试验
- 第 5 部分： 线缆材料腐蚀试验
- 第 6 部分： 腐蚀环境因素监测

本部分是第 5 部分，是对 T/CSCP 0033-2017《线缆材料土壤腐蚀试验》标准进行共同修订后，联合发布的标准。

本部分按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则进行起草。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会（CSTM）和中国腐蚀与防护学会（T/CSCP）共同提出。

本部分由中国材料与试验团体标准委员会综合标准领域委员会（CSTM/FC 99）归口。

CSTM标准公示使用
全国团体标准信息平台

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及如下 1 项与土壤环境腐蚀试验技术或设备相关的专利的使用。专利申请号及名称如下：

序号	专利申请号	专利名称
1	200810104126.8	一种测量泥浆中氧含量的装置

本文件的发布机构对上述专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

上述专利持有人已向本文件的发布机构保证，愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。上述专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案，相关信息可以通过以下联系方式获得：

联系人：刘智勇

通讯地址：北京市海淀区学院路30号北京科技大学腐蚀楼513

邮政编码：100083

电子邮件：bkdcxq@126.com

电话：010-62333931-513

传真：010-62334300

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

土壤环境腐蚀试验 第5部分：线缆材料腐蚀试验

1 范围

本部分规定了线缆材料土壤环境腐蚀试验的术语和定义、试件的制备、试件的埋置和取样、电缆-光缆塑料外护层试件的分析鉴定、电缆-光缆金属护套试件的分析鉴定、电缆-光缆及和构件制品试件的分析鉴定、电缆-光缆试件原位测试试验方法。

本部分适用于线缆材料（电缆、光缆和制品构件及其材料试件）的土壤环境腐蚀性能的检验，为地下工程建设的合理选材及防腐设计提供科学依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1840 圆弧圆柱齿轮模数

GB/T 10123 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义

T/CSTM 00045.1/T/CSCP 0029 土壤环境腐蚀试验 第1部分：通则

3 术语和定义

GB/T 10123 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试件的制备

4.1 材料

4.1.1 以地下电缆、光缆制品构件及其常用外护层材料和金属护套材料为主。

4.1.2 包括尼龙12、特种聚烯烃共聚物及低烟无卤阻燃材料等新材料。

4.1.3 除了特别规定外，用于同一目的、同一批试件的材料规格成分、制造工艺及表面状况应相同，最好由同一批生产的材料制成。

4.1.4 试件材料种类可根据埋置试验结果和实际需要增加。

4.2 试件的形状及大小

4.2.1 试件形状应力求与实际地下电缆、光缆相同。

4.2.2 为了节约材料及便于运输，试件一般不宜过大、过重，尤其是对于要求测定失重的试件。

4.2.3 埋设的试件尺寸如下：

(1) 制品构件

a) 电缆、光缆试件：直径按试件实际直径，长度分别为：356mm 及 1200mm。

b) 地下通信管道用塑料管：直径按试件实际直径，长度分别为：50mm、40mm 及 20mm。

(2) 金属护套试件

- a) 金属管：实际直径 × 实际壁厚 × 长度 200mm。
- b) 金属丝：实际直径 × (200~400) mm。
- c) 涂漆钢带：长 × 宽 × 厚 = 250mm × 25mm × 0.5mm。
- d) 涂塑铝（钢）带：250mm × 25mm × 0.2mm，250mm × 33mm × 0.15mm。

(3) 塑料外护层材料试件

- a) 220mm × 220mm，厚度 1mm ~ 2mm。
- b) 150mm × 150mm，厚度 2mm ~ 3mm。
- c) 130mm × 130mm，厚度 1.75mm ~ 3.3mm。

4.3 试件的数量

4.3.1 每种试验材料，每种形状大小用于同一目的同批试件不应少于 3 个。

4.3.2 为求得腐蚀速度与埋置时间关系，做出埋置时间与腐蚀关系曲线。埋置时间选 1、2、4、8、12、16 年，每站共设 6 个坑，分 6 次取完。每种材料试件的总数量不少于 3 个 × 6 = 18 个。

4.4 试件的制备

4.4.1 试件在制备过程中，应尽可能避免对试件施加机械应力及试件表面的损伤。

4.4.2 电缆、光缆及制品试件的制备

4.4.2.1 电缆、光缆一般试件（外护层保持完整）

将电缆、光缆按 356mm（或 1200mm）段长切断，切面应平整，缆芯无抽动，外护套无变形或损伤，如有变形应修复还原。将试件两端 50mm 长的表面修磨干净，然后用热可缩套管加热熔胶密封，要求不漏气，不透水。

4.4.2.2 电缆特殊试件（外护层人为挖口）

除按一般试件制备外，按图 1 所示位置在塑料外护层上开一个窗口和环口，去掉这部分塑料护层及涂覆物（在除去涂覆物时，只能用有机溶剂清洗干净，不能用机械办法处理，防止金属护套受损伤）。

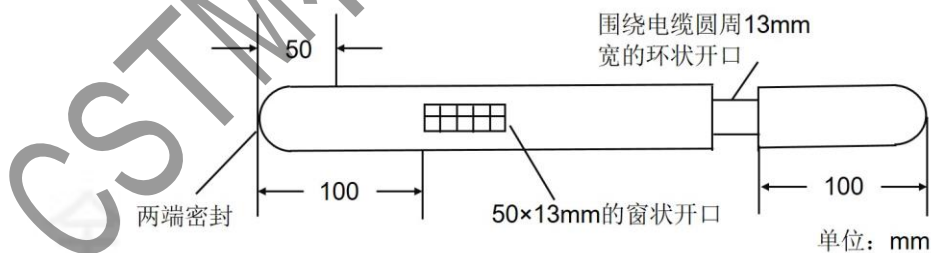


图 1 电缆外护层人为挖口示意图

4.4.2.3 制标牌

在 60mm × 15mm 的塑料牌上用钢印热压试件编号和标记，用塑料线捆扎在电缆、光缆试件上。

4.4.2.4 地下通信管道用塑料管

将塑料管按 50mm、40mm 及 20mm 段长切断，试样两端应垂直切平并用塑料包裹，用塑料线扎紧。用特种铅笔进行试件编号。

4.4.3 裸金属护套管的制备

裸金属护套管的制备方法如下：

- (1) 按 200mm 段长切断金属护套管，边缘锋锐棱角或毛刺必须用锉锉平。
- (2) 在试件一端打钢印、编号。
- (3) 用有机溶剂或金属清洗剂去掉试件表面的油脂，并用自来水冲洗干净，干燥。
- (4) 试件用感量为 0.001g 的天平称重，作好原始记录。
- (5) 两端用橡皮塞塞紧，塞子和管子的间隙用沥青涂封，封边应力求整齐，宽度为 5mm ~ 20mm。
- (6) 测量暴露长度，并作好记录。
- (7) 放在干燥器中备用。

4.4.4 钢带、钢丝的制备

按规定长度切断钢带、钢丝，两端用沥青封头。

4.4.5 涂塑钢（铝）带的制备

涂塑钢（铝）带的制备方法如下：

- (1) 试件的涂塑保护层应均匀、完整无缺。剪断时，对保护层不得有任何损伤。
- (2) 用环氧树脂封堵试件各切边。

4.4.6 塑料外护层材料试件的制备

塑料外护层材料试件的制备如下：

- (1) 将外护层粒料经过熔融均化处理，按本部分 4.2.3 中规定厚度及尺寸模压成方形板片。
 - (2) 试片表面应平整、光洁、无气泡，厚度均匀，边沿无毛刺，无裂纹和分层等缺陷。
 - (3) 用热压法在非测试部分压字编号。
 - (4) 取样测试时再根据各测试性能要求，压制不同几何形状和尺寸的哑铃片、圆片、长方形片。
- 4.4.7 制备好的试件，应在短时间内进行埋置，在贮放及运输过程中应注意保护，以防破损。

4.5 试件编号及标记

4.5.1 编号内容：每一种试件必须作统一编号，并在试件上作永久性的标记。例如试验站名称、试件种类、制备年月、数量顺序号码。在做永久编号的同时，用油漆或记号笔写编号，写在试件的封边上（号码同永久编号），避免埋置时搞混。

4.5.2 编号表示方法：试验站名称编号以当地地名的汉字拼音的第一个字母表示，如在同一地区埋设两个点，可在地名右下方注以“1”和“2”表示第一和第二埋置点。例如在成都埋置两个试验点的铝护套试件上的编号即为 CD₁-A1-83 4-1 和 CD₂-A1-88 4-1，依次类推。

4.6 试件登记卡片

4.6.1 每一个试件应有登记卡片，记载试件在埋置前的全部原始资料。

4.6.2 试件登记卡应在埋置前填写清楚，一式二份，一份存放在试验委托单位，另一份随试件交往试验站。

4.6.3 除上述试件卡片外，应备有试件总登记簿，按试件材料分类汇总所有原始资料。

5 试件的埋置和取样

按照 T/CSTM 00045.1/T/CSCP 0029 的相关规定执行。

6 电缆、光缆塑料外护层试件的分析鉴定

6.1 外护层试件的外观描述

6.1.1 取样时的描述：试件出土时先按试件编号定好方位，进行描述。包括试件与土壤接触的紧实情况、腐蚀产物的颜色和分布情况，然后拍照。将试件装入塑料袋中，装箱运回实验室进行净化处理。

6.1.2 净化处理：用水将试件表面冲洗干净，拍照，风干后进行宏观观察。

6.1.3 外观描述：包括试件的光泽度、颜色变化、表面龟裂、斑点、起泡、发粘、变硬、变软、分层、长霉、变形、尺寸变化等，并与试件原始记录对照，确定试件外观上出现的老化特性。

6.2 外护层试件吸水率的测定

6.2.1 测定目的

塑料吸水性与塑料变形、湿含量、电、机械等性能有关。测定外护层试件经埋置后的吸水率变化，可间接地说明塑料试件在土壤中的老化程度。

6.2.2 试件尺寸

试件压制直径为 $50\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，厚度为 $1\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 的圆片，每组试件 3 个。

6.2.3 主要设备

- (1) 分析天平：II 级，感量 0.1mg ；
- (2) 恒温箱：控制在 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 或其它商定的温度范围；
- (3) 恒温水浴：控制水温在 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的范围；
- (4) 干燥器。

6.2.4 试验步骤

(1) 将试件放入 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 恒温箱中，干燥 $24\text{h} \pm 1\text{h}$ ，然后在干燥器内冷却到室温，称量试件。

(2) 试件放入恒温水浴的蒸馏水中，水温控制在 $23^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，浸泡 $24 \pm 1\text{h}$ ，试件表面不应附有气泡；试件之间、试件与容器壁应不接触。

(3) 取出试件，用滤纸迅速吸干其表面，立即称量。试件从水中取出到称量完毕，必须在 1min 之内完成。

6.2.5 试验结果

试件受土壤腐蚀后的吸水率按下式计算：

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中： W_m —试件的吸水率，%；

m_1 —试件干燥后浸水前的质量，mg；

m_2 —试件浸水后的质量，mg。

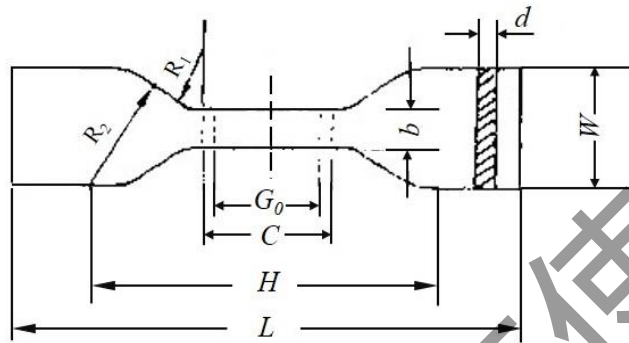
6.3 外护层试件拉伸试验

6.3.1 测定目的

测定外护层试件经受土壤侵蚀后的拉伸强度、拉伸屈服强度、断裂伸长率，以评定试件受腐蚀后的机械性能的变化，这是评定外护层老化程度的主要指标。

6.3.2 试件及预处理

- (1) 试件厚度为 1mm ~ 2mm，压制成哑铃形状，尺寸如图 2，每组试件不少于 5 个。
- (2) 试件在 18℃~28℃ 的条件下，放置不少于 4h。



L—总长115mm，H—夹具间距离80mm±5mm，C—平行部分长度33mm±2mm，G₀—标距（或有效部分）25mm±1mm，W—端部宽度25mm±1mm，b—平行部分宽度6mm±0.4mm，R₁—14mm±1mm，R₂—25mm±2mm，d—试样厚度。

图2 试件尺寸图

6.3.3 主要设备

- (1) 拉力试验机：具有多种速率移动的试验机；
- (2) 压片机；
- (3) 带表卡尺：精度为 0.02mm；
- (4) 钢尺。

6.3.4 试验条件

- (1) 试验环境温度为 18℃ ~ 28℃ 的室温。
- (2) 试验速度：
 - a) 伸长率较大的硬质热塑性塑料和半硬质热塑性塑料试件（如尼龙、聚乙烯等）：50 ± 10mm/min。
 - b) 软质热塑性塑料试件：当相对伸长率 ≤ 100 时，速度为 100 ± 10mm/min；相对伸长率 > 100 时，为 200 ± 10mm/min。

6.3.5 试验步骤

- (1) 测伸长时，应在试件中间平行部分做标线示明标距，此标线对测试结果不应有影响。
- (2) 在试件中间平行部分的标距内测量宽度、厚度，精确至 0.02mm。每个试件测量 3 点，取算术平均值。
- (3) 夹具夹持试件时，要使试件纵轴与上、下夹具中心连线相重合，并且要松紧适宜，以防试件滑脱和断在夹具中。
- (4) 按规定速度开动拉力试验机进行试验。

(5) 读取试件屈服时的负荷和试件断裂后的负荷及标距间伸长,若试件断裂在标距之外的部位时,此试件作废,另取试件补作。

6.3.6 试验结果

(1) 试件受土壤腐蚀后的拉伸强度及拉伸屈服强度按下式计算:

$$\sigma_t = \frac{P}{bd} \quad (2)$$

式中: σ_t —拉伸强度或拉伸屈服强度, MPa;

P—断裂负荷或屈服负荷, N;

b—试件宽度, mm;

d—试件厚度, mm。

(2) 试件受土壤腐蚀后的断裂伸长率按下式计算:

$$\varepsilon_t = \frac{G - G_0}{G_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: ε_t —断裂伸长率, %;

G_0 —试件原始标线间距离, mm;

G—试件断裂时标线间距离, mm。

6.4 外护层试件体积电阻率的测定

6.4.1 测定目的

测定外护层试件经受土壤侵蚀后的体积电阻率,以评定试件受腐蚀后的电性能变化,这是评定外护层老化的指标。

6.4.2 试件及预处理

(1) 尺寸: 试件压制成直径为 $100\text{mm} \pm 1\text{mm}$, 厚度 $1\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 的圆形, 每组试件不少于 3 个。

(2) 试件的处理: 用蘸有溶剂(对试件不起腐蚀作用)的绸布擦洗试件。用极少量的精炼凡士林将铝箔粘贴到试件上,用软物以均匀的力自铝箔中心向边缘挤压,以消除一切皱褶、气泡,并将多余的粘合剂挤走。

(3) 试件的正常化处理: 在温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下处理不少于 24h。

6.4.3 试验设备

(1) 高阻测试仪;

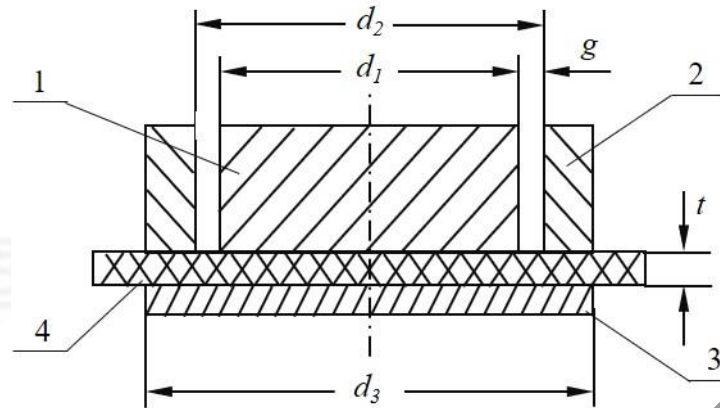
(2) 压片机;

(3) 电极材料: 铜, 电极如图 3, 电极尺寸见表 1;

(4) 千分尺: 精度为 0.01mm。

表 1 电极尺寸表

电极尺寸 (mm)			保护间隙或电极距离 (mm)
测量电极	高压电极	保护电极	
直径 50 ± 0.1	直径 ≥ 74	宽 10	2 ± 0.2



1—测量电极，2—保护电极，3—高压电极，4—试样，t—平板试样厚度， d_1 —平板测量电极直径
 d_2 —平板保护电极内径， d_3 —平板高压电极直径，g—测量电极与保护电极间隙宽度。

图3 试件示意图

6.4.4 试验条件

6.4.4.1 试验电压为 100V-1000V（作比较试验时，应采用相同的电压）。

6.4.4.2 实验环境温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 。

6.4.5 试验步骤

6.4.5.1 试件厚度测量：在试件测量电极面积下，沿着直径测量不少于 3 点，取其算术平均值。

6.4.5.2 按照高电阻测试仪使用方法，将充分放电后的试件（即当试件未加试验电压时，仪器上应没有明显的指示值）置于电极箱装置中，连接仪器输入端与输出端，调整仪器，选择测试电压。

6.4.5.3 撤下测试电压开关，对试件充电 15s，再撤下测量开关，1min 后读取指示仪上试件的体积电阻值。

6.4.6 试验结果

试件受土壤腐蚀后的体积电阻率按下式计算：

$$\rho_v = R_v \frac{A_e}{t} \quad (4)$$

式中： ρ_v —体积电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ ；

R_v —测得的试件体积电阻， Ω ；

t —试件的平均厚度，m；

A_e —测量电极有效面积 $A_e = \frac{\pi}{4}(d_1 + g)^2 \text{m}^2$ ；

d_1 —测量电极直径，m；

g —测量电极与保护电极间隙宽度，m。

6.5 外护层试件相对介电常数和介质损耗角正切值的测定

6.5.1 测定目的

测定外护层试件受土壤侵蚀后的相对介电常数和介质损耗角正切值变化，以评定试件受腐蚀后的

电性能。这是评定外护层老化的指标。

6.5.2 试件及预处理

除高频测试的试件压制直径 $50\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 外，其余见 6.4.2。

6.5.3 主要设备

- (1) 高压电桥，电极同 6.4.3；
- (2) 阻抗电桥，上下电极直径等于试件直径；
- (3) 压片机；
- (4) 千分尺：精度为 0.01mm 。

6.5.4 试验条件

- (1) 测试频率：护套料为 $100\text{KHz} \pm 20\%$ ，绝缘料为 50Hz ；
- (2) 试验环境温度为 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $50\% \pm 5\%$ ；
- (3) 试验电压为 $1000\text{V} \sim 2000\text{V}$ ，必须保证稳定测试。

6.5.5 试验步骤

6.5.5.1 工频介电常数和介质损耗角正切值的测定：

- a) 接通高压电桥电源，将绝缘料试件放入高压电桥的电极装置中，按照高压电桥使用方法调节电桥零平衡，读取电阻 R_4 。
- b) 加上试验电压 1000V ，进行平衡，读取电阻 R_3 和电容 C_4 。
- c) 在试件测量电极面积下，沿直径测量试件厚度，不少于 3 点，取其算术平均值。

6.5.5.2 高频介电常数和介质损耗角正切值的测定：

- a) 接通阻抗电桥电源，分别接振荡器和电平表的电源线，调零、锁频、校电桥零平衡。
- b) 按照阻抗电桥使用方法测试，连接电极，将护套料试件放在两电极中间，压紧，记下电容 C_1 及电导 G_1 。
- c) 将电极箱打开，记下压紧试片时的厚度，取出试片，将电极间隙调至试片厚度距离，重复上一步测试，记下电容 C_2 及电导 G_2 。
- d) 在试件测量电极面积下，沿直径测量试件厚度，不少于 3 点，取其算术平均值。

6.5.6 试验结果

6.5.6.1 工频介电常数和介质损耗角正切值

- a) 试件受土壤腐蚀后的介质损耗角正切值 $\text{tg}\delta$ ：可在电桥上由 C_4 直接读得。
- b) 试件受土壤腐蚀后的介电系数按下式计算：

$$\varepsilon = \frac{R_4}{R_3} \cdot \frac{C_0}{C_{a0}} \quad (5)$$

其中： $C_{a0} = \varepsilon_0 \cdot \frac{A_e}{t} = 0.008854 \frac{A_e}{t}$ ， $A_e = \frac{\pi}{4}(d_l + g)^2$

式中： ε —试件的介电常数；

R_4 —电桥中与试件相对臂上的电阻， Ω ；

R_3 —电桥中与标准电容器相对臂上的可调电阻， Ω ；

C_0 —标准电容器电容，pF；

C_{a0} —试件的几何电容, pF;
 ε_0 —0.08854 pF/cm;
 A_e —平板试件测量电极有效面积, cm²;
 d_l —测量电极直径, cm;
 g —测量电极与保护电极间隙宽度, cm;
 t —试件的平均厚度, cm。

6.5.6.2 高频介电常数和介质损耗角正切值

a) 试件受土壤腐蚀后的介电常数按下式计算:

$$\varepsilon = \frac{C_x}{C_{a0}} \quad (6)$$

其中: $C_x = C_1 - (C_2 - C_{a0})$, $C_{a0} = 0.06954 \times (0.029 - 0.058 \log t) \times 5\pi$

式中: ε —试件的介电常数;

C_x —试件的等效电容, pF;
 C_{a0} —试件的几何电容, pF;
 C_1 —电极空间装有试件时的电容, pF;
 C_2 —电极空间未装有试件时的电容, pF;
 t —试件的平均厚度, cm。

b) 试件受土壤腐蚀后的介质损耗角正切值按下式计算:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{G_1 - G_2}{2\pi f C_x} \quad (7)$$

式中: $\operatorname{tg} \delta$ —试件的介质损耗角正切值;

G_1 —电极空间装有试件时的电导, μS ;
 G_2 —电极空间未装有试件时的电导, μS 。

6.6 外护层试件介电强度

6.6.1 测定目的

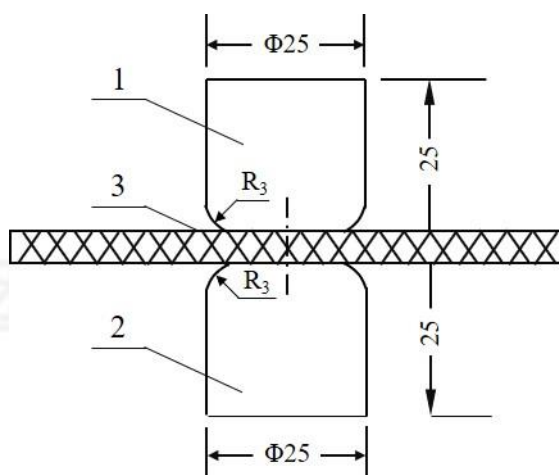
测定外护层试件经受土壤腐蚀后的介电强度, 以评定试件受腐蚀后的电性能变化, 这是评定外护层老化的指标。

6.6.2 试件及预处理

同本部分 4.4.2。

6.6.3 主要设备

- (1) 工频击穿装置;
- (2) 电极材料: 铜, 板状试件的上下电极如图 4;
- (3) 压片机;
- (4) 千分尺: 精度为 0.01mm。



1—上电极；2—下电极；3—试件

图4 试件示意图

6.6.4 试验条件

6.6.4.1 试验媒质为变压器油，其变压器油绝缘强度不得低于45kV。

6.6.4.2 试验环境温度为23℃ ±2℃，相对湿度50% ±5%。

6.6.5 试验步骤

6.6.5.1 将试件平置放入油杯中上下两电极之间。

6.6.5.2 按照工频击穿装置使用方法接好线路，接通电源，按下“高压合”开关，试验电压从零开始，此时将“升降”旋钮按表2所规定的速度，匀速地搬向“升”位。

表2 击穿电压值与升压速度对应表

击穿电压值 (kV)	<1.0	1.0 ≤ <5.1	5.1 ≤ <20	>20
升压速度 (kV/s)	0.1	0.5	1.0	2.0

6.6.5.3 电压连续上升，直至试件被击穿，“高压分”开关自动跳闸，电压表针稳定在电压值刻度上，读取击穿电压值。

6.6.5.4 在试件击穿点附近测量其厚度，测量不少于3点，取算术平均值作为试件厚度。

6.6.6 试验结果

试件受土壤腐蚀后的介电强度按下式计算：

$$E_b = \frac{U_b}{d} \quad (8)$$

式中： E_b —介电强度，MV/m；

U_b —击穿电压，MV；

d —试件厚度，m。

6.7 外护层试件环境应力开裂试验

6.7.1 测定目的：测定外护层试件材料（或电缆外护层）经受土壤腐蚀后耐环境应力开裂性能的变化程度，这是评定外护层老化的指标。

6.7.2 试件制备

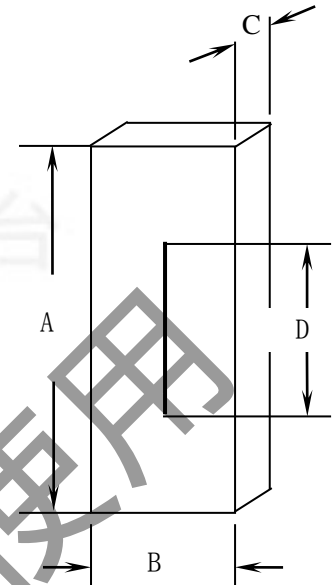
6.7.2.1 试件厚度：密度小于 925kg/m^2 的聚乙烯试件厚度为 $3.00\text{mm} \sim 3.30\text{mm}$ ，密度大于 925kg/m^2 的聚乙烯试件厚度为 $1.75\text{mm} \sim 2.00\text{mm}$ 。

6.7.2.2 试件尺寸：制成长方形（制备电缆外护层试件时，应横向切片），尺寸如图 5，数量 10 个。

6.7.2.3 试件状态调节：试件在 $23\text{℃} \pm 2\text{℃}$ ，相对湿度 $50\% \pm 5\%$ ，状态调节 40h。

6.7.3 主要设备

- (1) 恒温水浴： $50\text{℃} \pm 0.5\text{℃}$ ，在其中放置试管支架；
- (2) 压片机：冲模矩形刀具；
- (3) 刻痕刀架；
- (4) 试件保持架；
- (5) 试件弯曲装置；
- (6) 试件转移工具；
- (7) 硬质玻璃试管：内径 $30\text{mm} \sim 32\text{mm}$ ，长度 220mm 。



- A—试样长度： $38\text{mm} \pm 2.5\text{mm}$ ；
 B—试样宽度： $13\text{mm} \pm 0.8\text{mm}$ ；
 C—试样厚度： $3.00 \sim 3.30\text{mm}$ 或 $1.75 \sim 2.00\text{mm}$ ；
 D—刻痕深度： $0.50 \sim 0.65\text{mm}$ 或 $0.30 \sim 0.40\text{mm}$ 。

图 5 试件示意图

6.7.4 试验步骤

6.7.4.1 配置 10%（体积计算）的壬基酚聚氧乙烯醚（TX-10）水溶液。配置溶液时应将混合液加热至约 60℃ ，连续搅拌 1h，制备好的试剂水溶液应在一星期内使用，并只能用一次，不得重复使用。

6.7.4.2 将试件置于刻痕刀架上按图 4-5 所示进行刻痕（刀片应锋利，无损伤），密度小于 925kg/m^2 聚乙烯试件刻痕深度为 $0.50\text{mm} \sim 0.60\text{mm}$ ；密度大于 925kg/m^2 聚乙烯试件刻痕深度为 $0.30\text{mm} \sim 0.40\text{mm}$ ；线缆外护层试件刻痕深度为护层厚度的 $1/5 \sim 1/6$ 。沿长度方向应均匀。

6.7.4.3 将刻痕后的试件，沿刻痕面向外弯曲，并放置在弯曲架上，试件刻痕、弯曲后应立即开始试验，整个操作过程在 30s 内完成，用试件转移工具把弯曲好的试件转移到试件保持架上，并使试件两端紧贴试件保持架。

6.7.4.4 装好试件的保持架需在 10min 内，放入已盛有预热到 60℃ 试剂的试管内，试剂液面应高于保持架约 10mm，用覆有铝箔的塞子塞紧。

6.7.4.5 迅速将试管置于 $50\text{℃} \pm 0.5\text{℃}$ 的恒温水浴中，并开始计时，在操作过程中刻痕不应与试管壁接触。

6.7.4.6 按下列观察时间检查试件并记录试件破损数目及相应的破损时间。

0.1h、0.25h、0.5h、1h、1.5h、2h、3h、4h、5h、6h、7h、8h、12h、16h、20h、24h、32h、40h、48h。48h 以后每 24h 观察一次。

6.7.4.7 高、中、低密度聚乙烯试件观察时间不少于 500h；电缆、光缆护套试件观察时间不少于 96h。

6.7.4.8 失效的试件应为肉眼可见的任何裂纹。

6.7.5 试验结果

6.7.5.1 环境应力开裂时间用 $F_0(h)$ 表示，即试件在某种介质中破损几率为零的时间。

6.7.5.2 试件失效率 F (%) 按下式计算：

$$F = \frac{\text{失效数}}{\text{试件数}} \times 100\% \quad (9)$$

注：GB/T 1840：环境应力开裂时间用 F_{50} 表示，即试件在某种介质中破损几率为 50% 的时间。而外护层材料试件在土壤中老化较慢，破损几率达不到 50%。

6.8 聚氯乙烯塑料试件的失重测定

6.8.1 测定目的：测定聚氯乙烯塑料试件经受土壤侵蚀后质量的损失，以质量损失指标来评定聚氯乙烯分解（氯化氢的脱出和增塑剂的挥发）的程度。

6.8.2 试件：以埋置片为试件。

6.8.3 试验设备

- (1) 分析天平：感量为 0.1mg；
- (2) 干燥器：用硅胶或类似的干燥剂；
- (3) 带表卡尺：精度为 0.02mm。

6.8.4 试验步骤

6.8.4.1 在埋置试件前，将制备好的试件置于干燥器中，在环境温度下至少存放 20h，每个试件从干燥器中取出后，立即称量作为原始质量，以 mg 计，精确到一位小数。

6.8.4.2 测量试件面积，每个试件的面积应在试验前测定。

6.8.4.3 将挖掘出来清洗干净的试件置于干燥器中，在环境温度下存放 20h，然后称量每个试件，以 mg 计，精确到一位小数。

6.8.5 试验结果

每个试件受土壤腐蚀后的质量损失按下式计算：

$$A = \frac{G_0 - G_1}{S} \quad (10)$$

式中：A—试件受土壤腐蚀后的质量损失，mg/cm²；

G_0 —试件原始质量，mg；

G_1 —试件试验后的质量，mg；

S—试件总面积，cm²。

6.9 外护层试件邵氏硬度 D 试验

6.9.1 测定目的

测定外护层试件经受土壤侵蚀后的硬度以评定试件受土壤侵蚀后的物理性能。这是评定防白蚁材料试件的主要指标。

6.9.2 试件

6.9.2.1 试件表面应光滑、平整、无机械损伤。

6.9.2.2 用 D 型邵氏硬度计测定硬度，试件厚度应不小于 3mm。

6.9.2.3 应保证每个测量点与试件边缘距离不小于 12mm，各测量点之间的距离不小于 6mm。

6.9.2.4 每组试件测量点不少于 5 个，可在一个或几个试件上进行。

6.9.3 试验设备

D 型邵氏硬度计。

6.9.4 试验步骤

6.9.4.1 试件在试验温度为 18℃~28℃的条件下，放置不少于 1h。

6.9.4.2 将 D 型邵氏硬度计垂直安装在硬度计支架上，用厚度均匀的玻璃片平放在试件平台上，在相应的重锤作用下使硬度计下压板与玻璃片完全接触，此时读数盘指针指示“100”。当指针完全离开玻璃片时，指针应指示“0”。允许最大偏差为±1 个邵氏硬度值。

6.9.4.3 把试件置于测定架的试样平台上，使压针头离试件边缘距离至少 12mm，平稳而无冲击地使硬度计在规定重锤的作用下压在试件上，从下压板与试件完全接触 15s 后立即读数。如果规定要瞬时读数，则在下压板与试件完全接触后 1s 内读数。

6.9.4.4 在试件上相隔 6mm 以上的不同点处测量硬度 5 次，取其算术平均值。

注：如果试验结果表明不用硬度计支架和重锤也能得到重复性较好的结果，也可以用手压紧硬度计直接在试件上测量硬度。

6.9.5 试验结果

6.9.5.1 读数盘上得到的读数即为所测定的邵氏硬度值。用符号 H_D 分别表示邵氏 D 的硬度。例如：用邵氏 D 硬度计测得硬度值为 80，则表示 $H_D 80$ 。

6.9.5.2 试验结果以一组试件的算术平均值表示。

7 电缆、光缆金属护套试件的分析鉴定

7.1 金属护套试件的外观描述

试件出土时，先按试件编号定好方位，进行观察并记录，包括试件与土壤接触的紧密情况，试件周围土壤颗粒的大小及透气情况，土壤接触试件情况与腐蚀产物分布的关系。将试件装入塑料袋中，装箱运回实验室。清洗表面泥土，描述腐蚀产物的颜色、状态、数量和分布情况以及与金属护套附着的紧密程度。然后拍摄金属护套试件腐蚀形貌照片。

7.2 金属护套试件腐蚀产物的鉴定

通过对腐蚀产物晶体的电镜扫描及结构（X-衍射法）的研究，以及腐蚀产物的化学定量分析，全面鉴定金属护套试件腐蚀产物的组成。

7.3 净化处理

7.3.1 用毛刷将试件上的腐蚀产物去掉（不要损坏金属护套），然后用自来水冲洗干净。

7.3.2 用煤油等有机溶剂浸洗，去掉试件编号处的沥青。

7.3.3 试件表面的化学净化处理：

（1）铅管的清洗处理：

将试件浸入醋酸铵（把浓氨 95mL 加入到 100mL 水，在不断搅拌下加入浓醋酸 100mL）溶液中加热 5min，直到表面清净为止。用流水冲洗，吹干。

（2）铝管的清洗处理：

a) 将试件浸入磷酸与铬酸(其中: 铬酐 CrO_3 20g, 比重为 1.69 的磷酸 50mL, 加水至 1000mL) 溶液中, 在 80°C 下浸 5min~10min。若有残余膜, 可用比重为 1.42 的硝酸浸 1min。用流水冲洗, 吹干。

b) 将试件浸入 5% 硝酸和 2.5% 草酸溶液中 5min, 直到表面清净为止。用流水冲洗, 吹干。

(3) 铜管的清洗处理:

将试件放到 5% 硫酸溶液中 (10°C ~ 20°C), 直到表面清净为止。用流水冲洗, 吹干。

(4) 镀锌铁丝的清洗处理:

将试件浸入到 10%~15% 的氯化铵溶液中 (70°C ~ 80°C) 30min, 或将试件浸入到 10% 的氢氧化铵溶液中 5min, 然后用金属丝刷清洗, 直到表面清净为止。用流水冲洗, 吹干。

7.4 腐蚀率的测定

7.4.1 测定目的: 测定金属护套试件经土壤侵蚀后的平均腐蚀速度。

7.4.2 主要设备

a) 电子天平: II 级, 感量为 0.01g。

b) 带表卡尺: 精度 0.02mm。

7.4.3 试验步骤

7.4.3.1 按本部分 2.2.3 尺寸制备好金属护套试件, 埋置前称出原始质量 G_0 , 测金属护套的暴露长度, 计算暴露面积。

7.4.3.2 称量挖掘出来经净化处理的试件, 记下质量 G_1 。

7.4.4 试验结果

7.4.4.1 试件受土壤腐蚀后的平均腐蚀率按下式计算:

$$R_c = \frac{G_0 - G_1}{AT} \times 100\% \quad (11)$$

式中: R_c —试件受土壤腐蚀后的平均腐蚀率, $\text{g}/\text{dm}^2 \text{y}$;

G_0 —试件原始质量, g;

G_1 —试件试验后的质量, g;

A —试件的暴露面积, cm^2 ;

T —试件的埋置年限, y。

7.4.4.2 试件受土壤腐蚀后的平均渗入度按下式计算:

$$P_e = \frac{G_0 - G_1}{ATd} \times 100\% \quad (12)$$

式中: P_e —试件的平均渗入度, mm/y ;

d —试件所用材料的密度, g/cm^3 。

7.5 腐蚀孔深度的测定

7.5.1 测定目的: 测定金属护套试件经土壤侵蚀后局部腐蚀孔的深浅度。

7.5.2 主要设备: 深度计 (用千分表改装), 精度为 0.02mm。

7.5.3 试验步骤及数据处理

(1) 将取样后做过净化处理的试件平放，将蚀坑置于千分表针下进行测量，每一蚀孔测量 3 次并取其平均值。

(2) 在每个试件上至少测量 5 个最深的孔，将测得的腐蚀孔深度最大值作为最深腐蚀孔深度。

7.5.4 试验结果

(1) 试件受土壤腐蚀后的最大孔蚀速度按下式计算：

$$D_p = \frac{D}{T} \quad (13)$$

式中： D_p —试件的最大孔蚀速度，mm/y；

D —最深腐蚀孔深度，mm；

T —试件的埋置年限，y。

(2) 孔蚀因素按下式计算：

$$\text{孔蚀因素} = \text{最大孔蚀速度}(\text{mm/y}) / \text{平均渗入度}(\text{mm/y}) \quad (14)$$

7.6 腐蚀类型的鉴定

根据以下几种类型，判定试件的腐蚀类型。

7.6.1 完好

基本没有腐蚀损坏迹象。

7.6.2 均匀腐蚀

整个试件表面遭到近乎相同深度的腐蚀，即腐蚀作用均匀地发生在整个金属表面上。

7.6.3 局部腐蚀

7.6.3.1 斑点腐蚀：腐蚀斑点分布在试件上，占有较大表面积，但深度较浅，即腐蚀破坏的直径比深度大。

7.6.3.2 脓疮腐蚀：腐蚀集中在有限的面积上，被损坏的部分较深、较大，腐蚀破坏的直径等于或稍小于腐蚀的深度。

7.6.3.3 点腐蚀：腐蚀破坏仅局限在试件的若干点上，并向深处发展，甚至穿孔，腐蚀破坏的直径小于穿透深度。

7.6.3.4 当试件有两种以上类型腐蚀同时存在，应该说明哪一种是主要类型，及其分布的部位和估计百分比。

7.7 钢带及钢丝的抗张强度及伸长率的测定

7.7.1 测定目的：测定各种钢（铝）带及钢丝试件经受土壤侵蚀后的抗张强度及伸长率，以评定试件受腐蚀后的机械强度变化。

7.7.2 试件

钢（铝）带：长度为 250mm，各 3 根；

钢丝： $\Phi 6\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，各 3 根。

7.7.3 主要设备

(1) 拉力机；

- (2) 带表卡尺：精度 0.02mm；
- (3) 钢尺。

7.7.4 试验步骤

- (1) 试件的试验温度为 10℃~35℃。
- (2) 试验前应持试件矫直，再将试件紧固于夹具内。
- (3) 钢带试件标距为 100mm，断裂应在中心标距两端 10mm 以内，如果试件拉断于机器的夹口里，则认为无效，应补充进行。试验速度为 15mm/min。
- (4) 钢丝试件标距为 200mm，断裂应在中心标距两端 20mm 以内，其余与钢带试件相同。

7.7.5 试验结果

- (1) 试件经受土壤腐蚀后的抗张强度按下式计算：

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \quad (15)$$

式中： σ_b —试件的抗张强度，MPa；

P_b —试件的拉断力，N；

F_0 —试件的原始横截面积，mm²（计算时采用标称直径、宽度和厚度）。

- (2) 试件经受土壤腐蚀后的伸长率按下式计算：

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (16)$$

式中： ε —试件的伸长率，%；

L_0 —试件原标距长度，mm；

L_1 —试件拉断后的标距长度，mm。

7.8 涂漆钢带试件的漆膜试验

7.8.1 测定目的：测定涂漆钢带试件经受土壤腐蚀后漆膜的性能变化。

7.8.2 试件尺寸：50mm×25mm×0.5mm，9 根。

7.8.3 试验步骤：对涂漆钢带的漆膜进行腐蚀试验。

取长 50mm 的涂漆钢带，每种试件 3 根，分别浸没在 5wt.% 的盐酸、氢氧化钠、氯化钠（均为化学纯）的水溶液中，在 20℃±5℃ 下静置 24h，观察漆膜是否完整而不自然破碎和脱落。

7.9 涂塑钢丝试件的涂塑层试验

7.9.1 测定目的：测定涂塑钢丝试件经受土壤侵蚀后的涂塑层性能变化。

7.9.2 试件尺寸

Φ6mm×600mm，3 根；Φ6mm×100mm，3 根；Φ6mm×600mm，3 根。

7.9.3 主要设备

- (1) 卷绕机：机芯轴 5 倍于钢丝直径；
- (2) 拉力机；

(3) 钢尺。

7.9.4 试验步骤

7.9.4.1 卷绕试验：在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下进行试验，取长 600mm 的涂塑钢丝试件在卷绕机芯轴上密绕 5 圈，然后进行表面检查。

7.9.4.2 粘结强度试验：在 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下进行试验。试验在 2500N 的拉力机上进行，取长 100mm 整直的涂塑钢丝试件，在试件的一端留下涂塑层长度为 15mm，把另一端的涂塑层全部剥除。然后，将剥除涂塑层的一端（钢丝）穿过内径比钢丝外径大 0.1mm 的拉模孔，并使拉模套在未剥除的涂塑层上，用拉力机通过拉模将涂塑层拔出，读取最大拉力值，以 N 为单位，精确至小数后一位。然后用拉力值除以粘结面积 ($\pi d \times 15\text{mm}^2$ ，d 为钢丝标称直径，单位 mm) 即得粘结强度 MPa。

7.9.4.3 腐蚀加速试验：取长 600mm 的涂塑钢丝 3 根，两端封头，在涂塑层中部切开一宽度为 10mm 的环形口。沿四周开 4 个 5mm×10mm 的方形口，将各切口部的涂塑层全部去除后，用适当溶剂洗净钢丝表面。将埋置后取出的试件，剥去涂塑层，观察钢丝表面的腐蚀情况，并用刻度值不大于 0.5mm 的钢尺测量距切口最远一处腐蚀痕迹与切口边缘之间的距离。

8 电缆、光缆及和构件制品试件的分析鉴定

8.1 电缆、光缆试件外护层机械性能试验

8.1.1 测量目的：评定电缆、光缆试件外护层经腐蚀后的机械性能变化。

8.1.2 试件

(1) 试件描述：出土时，按试件编号或埋置方位描述试件与土壤接触的紧实情况，试件的颜色、光泽、软硬程度，有无龟裂、起泡、分层、长霉等变化，并拍照，将试件装入塑料袋中，装箱运回实验室。

(2) 净化处理：用水将表面泥土冲洗干净，然后风干。

(3) 取样：从每个被试电缆、光缆上切取至少 5 个长度为 100mm 样段，有机械损伤的试件不得用于试验。

(4) 制备：试片制成如图 6、图 7 所示的哑铃片。

a) 将试件沿轴线方向剖开，当试件内壁上有绝缘线芯的芯痕时，应尽量沿芯痕的凸脊方向剖开，除去试件的内护套或绝缘线芯及填充物等，用磨或削的方法消除试件内侧凸脊的影响。磨平或削平后的试件厚度为 0.6mm~2.0mm，若聚乙烯护层试件的原始厚度较大，但其两个表面均较平整时，试件厚度可大于 2.0mm。

b) 从每个平整试件上切取一个如图 6 的试片，尽量平行切取两个试片，如试件大小不能按图 6 切取时，则从每个试件上按图 7 切取试片。

c) 在每个试片的中间部位印上两条标志线。I 号哑铃试片标志线间距为 20mm，II 号哑铃试片为 10mm。

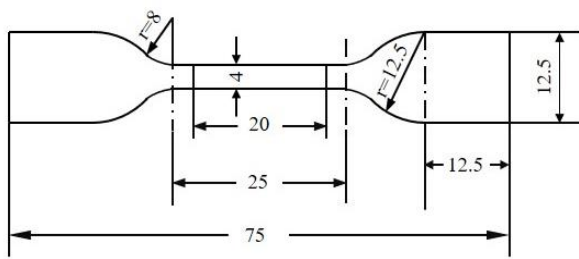


图6 I号哑铃试片

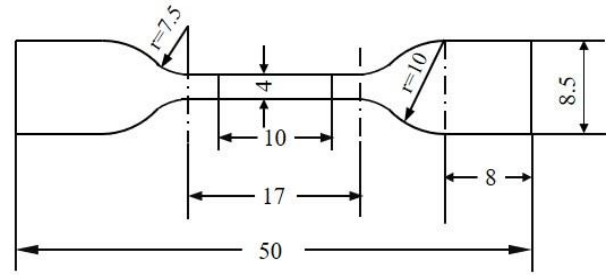


图7 II号哑铃试片

(5) 试片截面积 (S) 的计算: 每个哑铃试片的截面积, 应按标志线之间的宽度和在 3 点上测量的试片最小厚度之积计算。同一试片最大厚度与最小厚度之差不超过 0.20mm。对试片宽度的均匀性有疑问时, 则在三个点上测量厚度的同时, 测量每个点上两面的宽度。用每处两次测量的平均值和该处厚度计算出 3 个截面积, 取其中的最小值计算抗张强度。用测量工具进行测量厚度时的接触压力, 应不大于 70kPa, 测量结果以 mm 计, 精确到两位小数。

8.1.3 主要设备

- (1) 拉力试验机;
- (2) 带表卡尺: 0.02mm;
- (3) 钢尺。

8.1.4 试验步骤

- (1) 试片预处理: 拉力试验前的试片, 均应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下至少保持 3h。
- (2) 拉力试验应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下进行, 每组试片均应在试片从预处理箱中取出后 5min 内试验完毕。
- (3) 哑铃试片夹具间的距离规定: I 号哑铃试片约为 50mm, II 号哑铃试片约为 34mm。
- (4) 将试片对称并垂直地夹在拉力机的上下夹具上, 以 $250 \pm 50\text{mm}/\text{min}$ 的拉伸速度拉伸到断裂。
- (5) 试片断裂时的负荷应在拉力机满标负荷 15%~85% 的范围内。
- (6) 抗张强度和断裂伸长率应在同一试片上同时进行测定。
- (7) 因夹头处损坏而断裂的试片试验数据应作废。在任何情况下, 至少需要 4 个有效试验数据, 才能计算抗张强度和断裂伸长率, 否则试验应重做。

8.1.5 试验结果

- (1) 试件经受土壤腐蚀后的抗张强度按下式计算:

$$\sigma = \frac{P}{S} \quad (17)$$

式中: σ — 试件的抗张强度, MPa;

P — 试件拉伸至断裂时的负荷, N;

S — 试件截面积 (取其中的最小值), mm^2 。

- (2) 试件经受土壤腐蚀后的断裂伸长率按下式计算:

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \quad (18)$$

式中: ε — 试件断裂伸长率, %;

L_0 — 拉伸前试片标志线间距离, mm;

L_l —断裂时试片标志线间距离，mm。

注：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。

8.2 电缆外护层人为开口后试件屏蔽层性能鉴定

8.2.1 试验目的：此项试验为模拟试验。埋地电缆的金属屏蔽层外具有聚乙烯及聚氯乙烯外护层。在运输、敷设、运行期间，因受外界机械力的作用或雷击和啮齿动物危害易引起损伤。为模拟现场可能出现的情况，人为将电缆外护层挖成窗口和环状口，将试件金属屏蔽暴露出来，使其加速腐蚀，以在较短的埋置期间，达到预期的试验效果。

8.2.2 试件的制备：电缆试件人为开窗口和环状口按图 1 制作。

8.2.3 试验结果：按表 3 的屏蔽层腐蚀等级，对各种电缆进行描述、鉴定。

表 3 用来评价电缆外护层人为开口后试件金属屏蔽层腐蚀的等级编号

等级	性能	腐 蚀 程 度
10	优	未受影响——无腐蚀迹象
9	优	表面生锈或表面腐蚀
8	很好	金属均匀腐蚀，生锈，或轻微的局部坑蚀
7	好	表面上有明显的蚀坑，但屏蔽层无穿孔
6+	好	局部坑蚀：屏蔽层坑蚀，只有一个穿孔
6	好	局部坑蚀：屏蔽层坑蚀，有 2-5 个穿孔
5	较好	很多引起屏蔽层穿孔的局部蚀坑，屏蔽层因腐蚀而损耗 5%
4	差	严重腐蚀：屏蔽层发生坑蚀至穿孔，屏蔽层因腐蚀而损耗 5%-10%
3	差	严重腐蚀：屏蔽层发生坑蚀穿孔，屏蔽层因腐蚀损耗 10%-25%
2	很差	严重腐蚀：25%以上的屏蔽层发生坑蚀穿孔，金属屏蔽层沿电缆仍保持电气连续性
1	很差	严重腐蚀：由于腐蚀的损耗和屏蔽层穿孔，金属屏蔽层接近于电气不连续性
0	很差	严重腐蚀：由于金属的腐蚀损耗，金属屏蔽层发生电气不连续性

8.3 铅包钢带铠装电缆腐蚀程度的鉴定

8.3.1 钢带与铅层之间绝缘电阻测定

- (1) 测定目的：评定铅包钢带铠装电缆试件经受土壤腐蚀后，内衬层绝缘电阻的变化。
- (2) 试件：试件为原试件。
- (3) 主要设备：兆欧表或绝缘测试仪表。
- (4) 试验步骤
 - a) 被测电缆在室温下存放不少于 24h，并在室温下用兆欧表或绝缘测试仪表进行测量。
 - b) 测量时仪表的高压端接铅护套，接地端接铠装，读取稳定的或 1min 时绝缘电阻数值。

(5) 试验结果

试件经受土壤腐蚀后内衬层的绝缘电阻值按下式计算：

$$M=R \cdot L \cdot \alpha \quad (19)$$

式中： M —20℃时单位长度电缆铠装内衬层的绝缘电阻值， $M\Omega \cdot m$ ；

R —在 t ℃时实测铠装内衬层的绝缘电阻值， $M\Omega$ ；

L —实测电缆长度， m ；

α —温度换算系数（以聚氯乙烯带材为主的内衬层可由表 4 查取）。

表 4 聚氯乙烯温度换算系数

t (°C)	α	t (°C)	α	t (°C)	α	t (°C)	α
0	0.022	9	0.122	18	0.683	27	3.808
1	0.028	10	0.148	19	0.828	28	4.609
2	0.032	11	0.178	20	1.000	29	5.579
3	0.039	12	0.217	21	1.210	30	5.753
4	0.047	13	0.262	22	1.465	31	8.174
5	0.057	14	0.318	23	1.774	32	9.895
6	0.069	15	0.385	24	2.147	33	11.98
7	0.083	16	0.466	25	2.599	34	14.50
8	0.101	17	0.564	26	3.145	35	17.55

8.3.2 钢带腐蚀程度的鉴定

(1) 测定目的：铅包护套外面的两层钢带，主要用以防止外界机械应力压坏电缆或拉断电线，也起一定的屏蔽作用，防止外界的电磁干扰。但当外保护层遭到损伤后（特别是对伤及外护层的试件），土壤对钢带会产生腐蚀，影响电缆的寿命。通过钢带机械强度的变化来评定其遭受腐蚀的程度。

(2) 试样制备

将内外层钢带剥下，并将钢带矫直，剪成 250mm 长。

(3) 主要设备

拉力机；钢尺；带表卡尺：0.02mm。

(4) 试验步骤：剥去外护层后，分层描述钢带腐蚀产物的颜色、分布情况、钢带锈蚀面积、穿孔数量及有无断裂等情况，然后按本部分 7.7.4 钢带的试验步骤进行试验。

(5) 试验结果：抗张强度及伸长率按 7.7.5 进行计算。

8.3.3 铅套腐蚀程度的鉴定

(1) 测定目的：在外护层及钢带铠装遭到严重腐蚀以后铅套就继续遭受腐蚀，所以也需要测定铅套的腐蚀程度。

(2) 鉴定项目

a) 从铅套上剥下聚氯乙烯绕包带，按本部分 6.3.2~6.3.5 作拉力试验，按 6.3.6 计算抗张强度和断裂伸长率，取 5 个试样的平均值。

b) 检查铅护套外面的沥青涂层附着情况等，然后用煤油等有机溶剂洗净沿皮上的沥青涂层。

c) 描述铅套腐蚀产物的颜色、分布情况、锈蚀面积、穿孔数量及深度。

d) 铅套机械强度试验：按本部分 8.4.2~8.4.5 进行。

8.4 铝套、钢套电缆腐蚀程度的鉴定

8.4.1 测定目的：铝护套和钢护套作为通信电缆的密封护套，具有良好的机械性能和一定的防外界电磁干扰等性能。但当外护层遭到损伤后（特别是对伤及外护层和伤及涂层的试件），铝套、钢套就会遭受土壤腐蚀，直接影响电缆的寿命。通过铝套、钢套机械强度变化来评定其遭受腐蚀的程度。

8.4.2 试件制备

去掉外护层并去除缆芯，将铝套和钢套切锯成 300mm 长。

8.4.3 主要设备

- (1) 拉力机；
- (2) 带表卡尺：0.02mm；
- (3) 钢尺。

8.4.4 试验步骤

- (1) 去掉外护层后，描述铝护套和钢护套腐蚀产物的颜色、分布情况、锈蚀面积、穿孔数量及深度。
- (2) 试验前应将试件矫直，再将试件紧固于夹具内，试验在拉力机上进行。
- (3) 试件中心标距为 200mm，断裂应在中心标距两端 20mm 以内，试验速度为 15mm/min。

8.4.5 试验结果

抗张强度、伸长率按本部分 7.7.5 进行计算。

8.5 复合材料粘接护套剥离强度的测定

8.5.1 测定目的：评定铝-塑、钢-塑复合带粘接护套经受土壤侵蚀后，铝（钢）塑复合带对聚乙烯护套及复合带搭接处的粘接程度变化。

8.5.2 试件制备

在沿电缆、光缆护套纵向上用一只锋利的冲刀切下大约长 150 mm，宽度 15mm（若护套直径小于 14mm，则取宽度为护套周长的 1/3）的试件 3 条（试件应不包括复合带的搭接部分），使铝（钢）带与聚乙烯护套分开 50mm；还应在复合带搭缝处截取长 150mm，宽度与搭缝宽度相同的试件 3 条，搭缝处试件只分开一层铝（钢）带，另一层仍留在护套上。

8.5.3 主要设备

- (1) 拉力机；
- (2) 冲刀；
- (3) 带表卡尺：0.02mm。

8.5.4 试验步骤：

- (1) 试件应在 23℃ ±2℃ 下放置 24h。
- (2) 测量试件的宽度，测量点不少于 3 个，取算术平均数。

(3) 把铝(钢)带放进一只合适的拉力机的上夹头中, 而把外护套(或搭缝处留有一层铝(钢)带的外护套)放入下夹头中。

(4) 以 100mm/min±50mm/min 的速度把两个夹头分开, 剥离角度为 180°。

(5) 记录剥离负荷, 求出平均负荷。

8.5.5 试验结果: 试件经受土壤腐蚀后的剥离强度按下式计算:

$$F = \frac{F_0}{B_0} \quad (20)$$

式中: F —试件剥离强度, N/mm;

F_0 —试件的平均负荷, N;

B_0 —试件的平均宽度, mm。

8.6 地下通信管道用塑料管物理力学性能试验

8.6.1 测定目的

测定地下通信管道用塑料管试件经受土壤侵蚀后的环刚度、扁平试验和落锤冲击性能, 以评定塑料管试件受土壤侵蚀后的物理力学性能。

8.6.2 试件

(1) 将埋设后的塑料管切锯成长度为 200mm±20mm 的试样, 试样两端应垂直切平。

(2) 试样在 23℃±2℃ 下进行状态调节不少于 4h。

8.6.3 试验设备

- (1) 拉力试验机;
- (2) 高低温试验箱;
- (3) 带表卡尺: 0.02mm;
- (4) 钢尺。

8.6.4 试验步骤

(1) 环刚度试验

分别测量 3 个塑料管试样的内、外直径和长度各两次, 取其算数平均值, 将试样放在拉力机试验平台上时应使试样的重心调节到最低, 压板的长度和宽度分别不得小于试样的长度和宽度, 试验速度为 5±1mm/min。当试样在垂直方向的外径的变形量为原内径的 5% 时, 记录试样所受的负荷, 环刚度按下式计算:

$$S = (0.0186 + 0.025 \times \frac{\Delta Y}{d_1}) \times \frac{F}{\Delta Y \times L} \quad (21)$$

式中: S —试样的环刚度, kN/m²;

ΔY —试样内径垂直方向 5% 的变形量, m;

d_1 —试样内径, m;

F —试样所受的负荷, kN;

L —试样的长度, m。

取三个试样的试验结果的算数平均值为试验结果。

(2) 扁平试验

继续上述试验，试验速度为 $10\text{mm}/\text{min} \pm 2\text{mm}/\text{min}$ ，当试样在垂直方向的外径的变形量为原外径的 40% 时立即卸载，记录试样承受的负荷。这时的试样应不破裂，不分层。

(3) 落锤冲击试验

将试样置于高低温试验箱中，在 0°C 下进行状态调节 24h，冲击锤重 1.0kg，冲击高度为 1.0m，锤头采用 d90 型，每个试样冲击一次，十次冲击九次以上合格为合格。

9 电缆、光缆试件原位测试试验方法

9.1 电缆金属护套腐蚀电位的测定

9.1.1 测定目的

现场原位测量电缆经受土壤腐蚀后其金属护套的腐蚀电位随时间的变化。

9.1.2 试件制备

裸铝护套管 $\Phi 26 \times 1.5\text{mm} \times 200\text{mm}$ 、裸铅护套管 $\Phi 20 \times 1.5\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，各 4 个平行样品。管口塞上橡皮塞，用沥青封头，管的一端焊接绝缘导线（焊点处用环氧树脂保护，并涂上沥青，绝缘密封），将绝缘导线引线连接到现场实验室内。

9.1.3 主要设备

数字 mV-pH 计：输入阻抗 $10^{12}\Omega$ ；

饱和硫酸铜参比电极：用绝缘导线引线连接到现场实验室内。

9.1.4 试验步骤

(1) 试件和参比电极埋入地下，深度分别为 1m、0.2m。

(2) 测试线路布置图如图 8。

(3) 测量电缆铅、铝金属护套的腐蚀电位，将饱和硫酸铜参比电极引线接到仪表正极，将连接电缆金属护套的引线接到仪表负极，打开仪表电源，测量电位，测得值即为电缆金属护套的腐蚀电位。

(4) 每周测量 1 次，取 4 个样腐蚀电位的平均值。

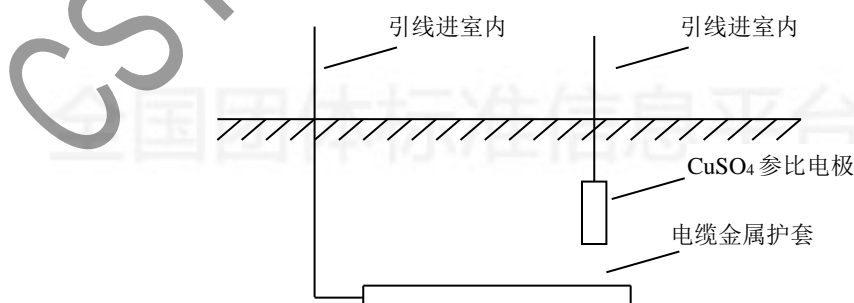


图 8 腐蚀电位测试线路布置示意图

9.2 电缆、光缆对地绝缘电阻原位测试

9.2.1 测定意义

直埋电缆、光缆要求塑料外护套保持完整和密闭性，否则起不到防潮与防腐蚀保护作用。利用现场原位监测电缆、光缆金属护套的对地绝缘电阻随时间的变化，可衡量和监测各种塑料外护套的可靠性，直接关系到电缆、光缆的传输质量和线路的正常运行，有助于维护和制定标准规范。

9.2.2 试件制备

(1) 试件为 6 条无缺陷和损伤的不同塑料外护套及不同结构的电缆、光缆。其中有：GYTA 型、GYTA53 型光缆，HYA 型、HYAT53 型、HOZL03 型、HEQ22 型电缆，长度分别为 129m、91m、129m、22m、22m 及 55m。

(2) 每条缆的两端用热缩管端帽封头，露出地面，伸进地面修筑的监测小屋。其中一端（即测试导线引出端）将绝缘导线的铜芯线焊接到缆的金属护套上（涂塑钢带及铝带必须去掉涂塑层露出金属层），焊接引出段套上细热缩管绝缘（两层不同金属护套焊接引出段必须分开绝缘），将套上热缩管的焊接段导线用绝缘胶布紧缠在缆上固定，最后全部封入热缩管端帽内。绝缘导线引线的绝缘电阻应不低于金属护套的绝缘电阻，引线在保证绝缘的条件下（室外引线用绝缘子支撑，引线穿墙时必须用绝缘瓷管）引到现场实验室的高绝缘测试板上（板上插口处用聚四氟乙烯绝缘）。具体的接线连接示意图 9、10、11、12。

(3) 地下还安装了 $R \leq 5\Omega$ 的接地装置并引接地导线入实验室。

9.2.3 主要设备

兆欧表：量程 $10^{11}\Omega$ ；高阻仪：量程 $10^{16}\Omega$ 。



图 9 电缆（光缆）各部位示意图

图 10 从电缆（光缆）各部位引出绝缘导线

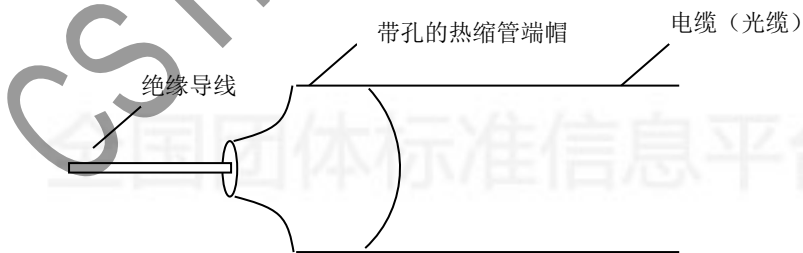


图 11 从带孔的热缩管端帽中引出绝缘导线

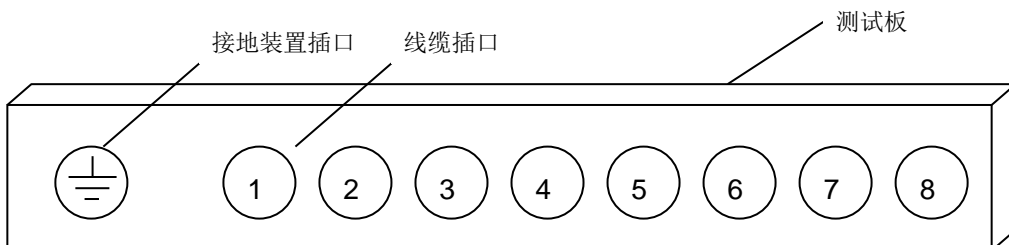


图 12 测试板上的插口编号与线缆中的线对编号相对应

9.2.4 试验步骤

- (1) 将 6 条电缆、光缆埋入地下 1 米深的电缆沟中。
- (2) 试验设施示意图如图 13。
- (3) 测量对地绝缘电阻导线连接方式：将金属护套上的绝缘导线和接地装置的接地导线分别连接到兆欧表或高阻仪上。
- (4) 测量内衬层之间的绝缘电阻导线连接方式：将金属档潮层的绝缘导线与铠装层的绝缘导线分别连接到兆欧表或高阻仪上。
- (5) 依次对 6 条电缆、光缆的对地绝缘电阻及内衬层之间的绝缘电阻进行测试。
- (6) 测量时充电时间应充分，以达到基本稳定。
- (7) 测量电压：对地绝缘电阻 500V；内衬层之间绝缘电阻 1000V。
- (8) 每月测量 1 次。

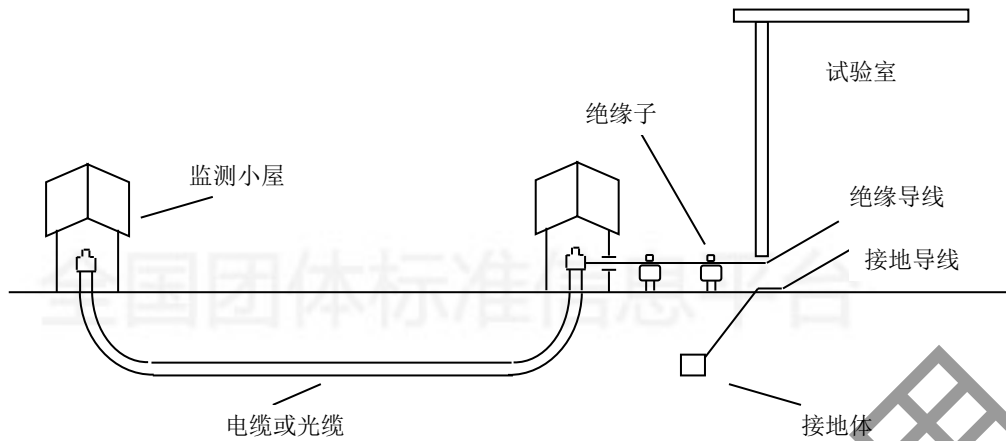


图 13 试验设施示意图

9.5 试验结果计算

每公里长度的绝缘电阻按下式计算

$$R_L = R_X \cdot L$$

(22)

式中： R_L —每公里长度的绝缘电阻， $M\Omega \cdot km$ ；

R_X —试件的绝缘电阻， $M\Omega$ ；

L —试件的有效测量长度， km 。

附录 A
(资料性附录)

本部分主要起草单位：北京科技大学。

本部分参加起草单位：中国科学院金属研究所、大庆油田工程有限公司、中国科学院南京土壤研究所、电信科学技术第五研究所、中国石油天然气管道工程有限公司天津分公司、中国建筑材料科学研究总院、国标（北京）检验认证有限公司、中国建筑科学研究院、中国建材检验认证集团股份有限公司。

本部分主要起草人：李晓刚、杜翠薇、何树全、李双林、鹿中辉、王永红、孙成、刘智勇、程学群、郑玉贵、孙慧珍、弓爱君、杨建平、杨黎晖、冷发光、蒋荃、马通达、高瑾、董超芳、吴俊升、肖葵、汪崧、卢琳、孙飞龙、马菱薇、刘超、马宏驰。

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
 - [2] GB/T 1034 塑料 吸水性的方法
 - [3] GB/T 1040 塑料拉伸性能试验方法
 - [4] GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法
 - [5] GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验
 - [6] GB/T 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素试验方法
 - [7] GB/T 1842 塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法
 - [8] GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）
 - [9] GB/T 2951.11 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
 - [10] GB/T 2952.1 电缆外护层 第1部分：总则
 - [11] ASTM G1-81 CCITT Recommendation for the protection of Underground Cables against Corrosion, ITU-T
 - [12] YD/T 841 地下通信管道用塑料管
 - [13] YD/T 1324 地下通信管道用硬聚氯乙烯（PVC-U）多孔管
 - [14] JB/T 10579 腐蚀数据统计分析标准方法
-

CSTM标准公布使用
全国团体标准信息平台