

团 体 标 准

T/CECA 80—2023

漏泄同轴电缆

Leaky coaxial cables

2023 - 02 - 02 发布

2023 - 02 - 06 实施

中国电子元件行业协会 发 布

本标准版权为中国电子元件行业协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国电子元件行业协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型号及标识	5
4.1 产品型号	5
4.2 产品标识	5
5 技术要求和试验方法	6
5.1 电缆结构与材料	6
5.2 成品电缆	7
6 检验规则	11
6.1 通则	11
6.2 组批和抽样	11
6.3 出厂检验	11
6.4 型式检验	13
7 包装、运输和贮存	14
7.1 包装	14
7.2 标签	14
7.3 运输	14
7.4 贮存	14
8 工程使用数据	14
附录 A（规范性） 衰减常数/插入损耗测量方法	16
A.1 通则	16
A.2 测量设备	16
A.3 地面敷设法	16
A.4 架空敷设法	17
A.5 校准	17
A.6 测量	17
A.7 计算	18
A.8 详细规范应规定的细节	18
附录 B（规范性） 耦合损耗测量方法	20
B.1 程序	20
B.2 测量	20
B.3 计算	20

B.4 详细规范应规定的细节	21
附录 C（规范性） 链路损耗测量方法	25
C.1 程序	25
C.2 测量	25
C.3 计算	25
C.4 详细规范应规定的细节	26
附录 D（资料性） 圆周方向耦合损耗测量方法	27
D.1 测量	27
D.2 计算	27
D.3 详细规范应规定的细节	27
附录 E（资料性） 圆周方向辐射场强测量方法	29
E.1 测量	29
E.2 计算	29
E.3 详细规范应规定的细节	29
参考文献	31
图 A.1 地面敷设法测量衰减/插入损耗	16
图 A.2 架空敷设法测量衰减/插入损耗	17
图 B.1 地面敷设法测量耦合损耗	22
图 B.2 架空敷设法测量耦合损耗	23
图 B.3 地面敷设法中的天线方向	24
图 B.4 架空敷设法中的天线方向	24
图 D.1 圆周方向耦合损耗值圆图示例	27
图 E.1 圆周方向辐射场强测试装置	29
图 E.2 圆周方向辐射场强圆图示	30
表 1 电缆材料中限用物质的含量限值	11
表 2 检验一览表	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会光电线缆及光器件分会提出并归口。

本文件起草单位：江苏亨鑫科技有限公司、中国电子科技集团公司第二十三研究所、中天射频电缆有限公司、江苏永鼎电气有限公司、江苏中利集团股份有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、江苏俊知技术有限公司、焦作铁路电缆有限责任公司、成都大唐电缆有限公司、杭州普天乐电缆有限公司、珠海汉胜科技股份有限公司、通鼎互联信息股份有限公司、宏安集团有限公司、浙江联杰科技有限公司、中国铁塔股份有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、东方有线网络有限公司、中国信息通信研究院（泰尔实验室）和国家信息传输线质量检验检测中心。

本文件主要起草人：刘中华、王锐臻、李庆和、殷海成、沈一春、赵瑞静、田祥身、孙建宇、王念立、丁伟林、睿敏、徐竟奕、钱华、韦小兰、郭红彪、张桂林、钟碧才、王东波、田彦豪、严森垒、茹伟光、翟庆诗、方旭、潘倩、邓燕萍、朱萍、童攀。

引 言

本团体标准为自愿采用。提请使用方注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

本团体标准与已立项的国标（GB/T 17737.4-2013《同轴通信电缆 第4部分：漏泄电缆分规范》修订，计划号：20211929-T-339）同步起草，将充分利用团体标准“短、平、快、活”的特点，及时推广实施，尽快满足市场对漏泄同轴电缆标准的需求。

漏泄同轴电缆

1 范围

本文件规定了漏泄同轴电缆的产品型号及标识、要求、试验方法、检验规则、包装和随行文件、运输和贮存等。

本文件适用于移动通信系统、无线局域网、无线遥控系统、无线报警系统、无线控制系统等使用的漏泄同轴电缆（以下简称电缆）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2423.45—2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/ABDM：气候顺序

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

GB/T 2951.12 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法 热老化试验方法

GB/T 2951.41—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第41部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法 耐环境应力开裂试验 熔体指数测量方法 直接燃烧法测量聚乙烯中碳黑和(或)矿物质填料含量 热重分析法(TGA)测量碳黑含量 显微镜法评估聚乙烯中碳黑分散度

GB/T 3048.10 电线电缆电性能试验方法 第10部分：挤出护套火花试验

GB/T 3880（所有部分） 一般工业用铝及铝合金板、带材

GB/T 3953—2009 电工圆铜线

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 4910—2022 镀锡圆铜线

GB/T 5019.10 以云母为基的绝缘材料 第10部分：耐火安全电缆用云母带

GB/T 6995.1 电线电缆识别标志方法 第1部分：一般规定

GB/T 8815 电线电缆用软聚氯乙烯塑料

GB/T 11091 电缆用铜带

GB/T 15065 电线电缆用黑色聚乙烯塑料

GB/T 17737.1—2013 同轴通信电缆 第1部分：总规范总则、定义和要求

GB/T 17737.101 同轴通信电缆 第1-101部分：电气试验方法 导体直流电阻试验

GB/T 17737.102 同轴通信电缆 第1-102部分：电气试验方法 电缆介质绝缘电阻试验

GB/T 17737.103 同轴通信电缆 第1-103部分：电气试验方法 电缆的电容试验

GB/T 17737.105 同轴通信电缆 第1-105部分：电气试验方法 电缆介质耐电压试验

GB/T 17737.108 同轴通信电缆 第1-108部分：电气试验方法 特性阻抗、相位延迟、电长度和传播速度试验

GB/T 17737.201—2015 同轴通信电缆 第1-201部分：环境试验方法 电缆的冷弯性能试验

GB/T 17737.301 同轴通信电缆 第1-301部分：机械试验方法 椭圆度试验

GB/T 17737.302 同轴通信电缆 第1-302部分：机械试验方法 偏心度试验

GB/T 17737.313 同轴通信电缆 第1-313部分：机械试验方法 介质和护套的附着力

GB/T 17737.314 同轴通信电缆 第1-314部分：机械试验方法 电缆的弯曲试验

GB/T 17737.316 同轴通信电缆 第1-316部分：机械试验方法 电缆的最大抗拉力试验

GB/T 17737.317 同轴通信电缆 第1-317部分：机械试验方法 电缆抗压试验

GB/T 17737.318 同轴通信电缆 第1-318部分：机械试验方法 热性能试验

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 19849 电缆用无缝铜管

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 29197—2012 铜包铝线

GB 31247 电缆及光缆燃烧性能分级

GB/T 32129 电线电缆用无卤低烟阻燃电缆料

HG/T 3028 糊状挤出用聚四氟乙烯树脂

JB/T 3135 镀银软圆铜线

JB/T 8137.2 电线电缆交货盘 第2部分：全木结构交货盘

JB/T 8137.4 电线电缆交货盘 第4部分：型钢复合结构交货盘

JB/T 11131 电线电缆用聚全氟乙丙烯树脂

YB/T 5004 镀锌钢绞线

YD/T 723（所有部分） 通信电缆光缆用金属塑料复合带

YD/T 1092—2013 通信电缆 无线通信用50Ω泡沫聚烯烃绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆

YD/T 2491—2013 通信电缆 物理发泡聚乙烯绝缘纵包铜带外导体辐射型漏泄同轴电缆

YD/T 4080 通信电缆光缆用绕扎材料

IEC 61196-1-110 同轴通信电缆 第1-110部分：电气试验方法 电连续性试验（Coaxial communication cables—Part 1-110 Electrical test methods—Test for continuity）

IEC 61196-1-212:2021 同轴通信电缆 第1-212部分：环境试验方法 UV稳定性（Coaxial communication cables—Part 1-212 Environmental test methods—UV stability）

IEC 61196-1-215 同轴通信电缆 第1-215部分：环境试验方法 高温电缆老化（Coaxial communication cables—Part 1-215 Environmental test methods—High temperature cable ageing）

IEC 62321（所有部分） 电工产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯、多溴联苯醚）的测定 [Electrotechnical products—Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)]

3 术语和定义

GB/T 17737.1—2013界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

漏泄同轴电缆 leaky coaxial cables

具有不完全封闭外导体的同轴通信电缆，部分在电缆上传输或接收到的能量，可被耦合或辐射到由电缆外导体和外部环境构成的传输系统中。

注1：漏泄电缆可用于在固定基站和移动基站/终端间创建无线链路，电缆的一端或两端连接到固定基站，移动基站/终端位于电缆发射/接收的范围内。在隧道或其他常规无线信号传输无法满足甚至不可能使用的场合，可选用漏泄电缆作为信号传输和发射/接收元件。

注2：漏泄电缆与移动基站/终端间信号的耦合或辐射强度与以下因素相关：

- 电缆结构；
- 天线的特性（如：形式、增益、方向性等）；
- 移动天线和电缆间的距离和方向；
- 周边的大气环境类型；
- 工作频段；
- 电缆安装方式；
- 周围建筑物的外形、材料和尺寸。

3.2

耦合型漏泄同轴电缆 coupling leaky coaxial cables

外导体不完全封闭的同轴电缆。沿电缆内部传输的信号，由部分通过外导体上的空隙耦合到该外导体和周围无线空间环境构成的传输系统，以耦合模式为主发射或接收信号。

3.3

辐射型漏泄同轴电缆 radiating leaky coaxial cables

外导体上开有节距与传输信号波长（或半波长）相当的周期性槽孔，且槽孔结构使得在槽孔处的信号产生同相叠加，以辐射模式为主发射或接收信号。

3.4

均匀辐射漏泄同轴电缆 uniformly radiating leaky coaxial cables

辐射型漏泄电缆的外导体上开有一定排列形式或形状的槽孔，使电缆从信号输入端至终端的辐射的信号基本均匀。

注：此类电缆从电缆输入端至终端，在传输性能逐渐衰减的同时，电缆的辐射性能逐渐增加，使得电缆外接收到的辐射信号，从电缆输入端至终端基本相同。

3.5

水平极化漏泄同轴电缆 horizontally polarized radiating leaky coaxial cables

辐射型漏泄电缆的外导体上开有一定形状的槽孔，当其水平放置时，在使用频段内，电缆最大辐射方向上的无线电波的振动方向与大地相平行。

注：此类电缆在耦合损耗或链路损耗的测量中，测量天线在平行方向（见图B.1和图B.2）的接收功率较强。

3.6

垂直极化漏泄同轴电缆 vertically polarized radiating leaky coaxial cables

辐射型漏泄电缆的外导体上开有一定形状的槽孔，当其水平放置时，在使用频段内，电缆最大辐射方向上的无线电波的振动方向与大地相垂直。

注：此类电缆在耦合损耗或链路损耗的测量中，测量天线在垂直方向（见图B.1和图B.2）的接收功率较强。

3.7

链路损耗 link loss

链路损耗是表征漏泄电缆的输入端信号至电缆外接点之间电磁波能量传输损耗及相互耦合强度的特性参数，距漏泄电缆输入端一定距离处的链路损耗（局部链路损耗）定义见公式（1）。

$$L_l = 10 \lg \frac{P_{in}}{P_r} \dots \dots \dots (1)$$

式中:

L_l —— 链路损耗, 单位为分贝 (dB);

P_{in} —— 从信号源输入至漏泄电缆输入端的功率, 单位为瓦特 (W);

P_r —— 半波长偶极子天线在离漏泄电缆输入端一定距离处的接收功率, 单位为瓦特 (W)。

链路损耗常用50 %接收概率值 ($L_{l,50}$) 和95%的接收概率值 ($L_{l,95}$) 来表示, 含义如下:

$L_{l,50}$: 沿电缆长度, 50 %测得的局部链路损耗均小于该值;

$L_{l,95}$: 沿电缆长度, 95 %测得的局部链路损耗均小于该值。

3.8

耦合损耗 coupling loss

表征漏泄电缆与外界环境之间电磁波能量相互耦合强度的特性参数, 距漏泄电缆输入端一定距离处的耦合损耗 (局部耦合损耗) 定义见公式 (2)。

$$L_c = 10 \lg \frac{P_t}{P_r} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L_c —— 耦合损耗, 单位为分贝 (dB);

P_t —— 漏泄电缆内距输入端一定距离处的传输功率, 单位为瓦特 (W);

P_r —— 半波长偶极子天线在离漏泄电缆输入端一定距离处的接收功率, 单位为瓦特 (W)。

耦合损耗常用50 %接收概率值 ($L_{c,50}$) 和95 %的接收概率值 ($L_{c,95}$) 来表示, 含义如下:

$L_{c,50}$: 沿电缆长度, 50 %测得的局部耦合损耗均小于该值;

$L_{c,95}$: 沿电缆长度, 95 %测得的局部耦合损耗均小于该值。

3.9

插入损耗 insertion loss

由于漏泄电缆接入系统而引入的信号衰减, 通常用以表征均匀辐射型漏缆的纵向总损耗, 定义见公式 (3)。

$$A = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

A —— 插入损耗, 单位为分贝 (dB);

P_1 —— 漏泄电缆输入端的功率, 单位为瓦特 (W);

P_2 —— 漏泄电缆输出端 (终端) 的功率, 单位为瓦特 (W)。

3.10

圆周方向耦合损耗圆图 coupling loss chart around circumferential orientation

垂直于辐射电缆圆周方向上的耦合损耗值构成的圆图, 表征电缆圆周方向的耦合损耗的大小。

3.11

圆周耦合损耗圆图不圆度 out-of roundness of coupling loss chart around circumferential orientation

在圆周方向耦合损耗圆图中规定 φ 角区域中, 其耦合损耗最大值 $L_{c,max}$ 与最小值 $L_{c,min}$ 的差值, 表征电缆的圆周方向上 φ 角区域中耦合损耗均匀性, 定义见公式 (4)。

$$L_{c,o} = \frac{L_{c,max} - L_{c,min}}{2} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$L_{c,o}$ —— 耦合损耗圆图不圆度, 单位为分贝 (dB);

$L_{c,max}$ —— φ 角区域中的最大耦合损耗, 单位为分贝 (dB);

$L_{c,min}$ —— φ 角区域中的最小耦合损耗, 单位为分贝 (dB)。

3.12

圆周方向辐射场强圆图 radiation intensity chart around circumferential orientation

垂直于辐射电缆圆周方向上的辐射场强构成的圆图, 表征电缆圆周方向的辐射场强弱。

3.13

圆周辐射场强圆图不圆度 out-of roundness of radiation intensity chart around circumferential orientation

在圆周方向辐射场强圆图中规定 φ 角区域中, 其辐射场强最大值 P_{max} 与最小值 P_{min} 的差值, 表征电缆圆周方向上 φ 角区域中辐射场均匀性, 定义见公式(5)。

$$P_o = \frac{P_{max} - P_{min}}{2} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

P_o —— 圆周辐射场强圆图不圆度, 单位为分贝 (dB);

P_{max} —— φ 角区域中的最大辐射场强, 单位为分贝 (dB);

P_{min} —— φ 角区域中的最小辐射场强, 单位为分贝 (dB)。

3.14

不可用频段 stop bands

由于电缆外导体的槽孔形状和节距等结构设计, 造成电缆在一定的频率范围内传输性能(如: 衰减或驻波等)发生急剧劣化, 而无法正常使用频段。

4 型号及标识

4.1 产品型号

电缆型号应符合GB/T 17737.1—2013中表NA.1的规定, 均匀辐射型漏缆的分类代号为SLU, 结构序号由产品详细规范规定, 一般应包括设计序号、使用频段代号、辐射特性及结构特征等。当产品有燃烧特性要求时, 型号表示方法应符合GB 31247或GB/T 19666的规定。

示例1: 发泡聚乙烯绝缘、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、特性阻抗 50 Ω 、标称绝缘外径 22 mm, 使用频段 2.1 GHz(M)/3.5 GHz(H)、燃烧特性符合 GB/T 19666 的低烟无卤单根阻燃要求、设计序号为 01 款的均匀辐射型漏泄电缆的型号表示为: WDZ-SLUYFYZ-50-22-01M/H

示例2: 发泡聚乙烯绝缘、阻燃聚乙烯护套、特性阻抗 50 Ω 、标称绝缘外径 22 mm, 使用频段 2.1 GHz(M)/3.5 GHz(H)、燃烧特性符合 GB 31247 中燃烧性能等级为 B₁ 级, 燃烧滴落物/微粒等级为 d₀ 级, 烟气毒性等级为 t₁ 级, 腐蚀性等级为 a₁ 级、设计序号为 01 款的辐射型漏泄电缆的型号表示为: B₁-(d₀, t₁, a₁)-SLRYFYZ-50-22-01R/T

4.2 产品标识

电缆应在护套上沿长度方向作永久性标志, 标志应清晰牢固, 满足GB/T 6995.1的规定, 相邻标志的起始点的间距应不大于1000 mm。标志内容应包括:

——电缆型号(见 4.1);

- 计米长度；
 - 制造厂名称（或代号）或（和）商标；
 - 生产批号或日期；
 - 产品的详细规范编号；
 - 标识线（适用时，见 5.1.6）；
 - 输入端标志（适用时，见 5.1.6）。
- 标志中计米长度的误差应在（0~0.5）%之间。

5 技术要求和试验方法

5.1 电缆结构与材料

5.1.1 通则

电缆的结构示意图、材料和尺寸应符合GB/T 17737.1、本文件和详细规范的规定。

5.1.2 内导体

电缆内导体可采用铜线、镀银铜线、铜包铝线、光滑铜管和皱纹铜管等，其中：

- 铜线应符合 GB/T 3953—2009 中软态（TR）电工圆铜线的规定；
- 镀银铜线应符合 JB/T 3135 的规定；
- 铜包铝线应符合 GB/T 29197—2012 中 CCA-10A 或 CCA-15A 软态铜包铝线的规定；
- 光滑铜管应符合 GB/T 19849 中软态铜管的规定；
- 皱纹铜管所用的铜带应符合 GB/T 11091 中软化退火铜带的规定，焊缝应连续、平滑，无针孔、击穿点等缺陷。

内导体外径及公差、椭圆度（适用时）应符合详细规范的规定。

5.1.3 介质

电缆介质（绝缘层）可采用实芯、半空气绝缘和空气绝缘等结构形式，所用材料可为聚乙烯、聚四氟乙烯或聚全氟乙丙烯等，其中：

- 聚乙烯应为符合要求的绝缘级聚乙烯；
- 聚四氟乙烯应符合 HG/T 3028 的规定；
- 聚全氟乙丙烯应符合 JB/T 11131 的规定。

绝缘外径及公差、偏心度应符合详细规范的规定。推荐的绝缘标称外径为9 mm（1/2"超柔）、12 mm（1/2"）、19 mm（3/4"）、22 mm（7/8"）、32 mm（5/4"）、42 mm（13/8"）或详细规范的规定值。

5.1.4 外导体

电缆外导体可采用疏松编织、开槽孔金属带纵包、开槽孔皱纹管或连续纵向槽等形式，其中：

- 铜线应符合 GB/T 3953—2009 中软态（TR）电工圆铜线的规定；
- 镀银铜线应符合 JB/T 3135 的规定；
- 镀锡铜线应符合 GB/T 4910—2022 中软态（TRX）镀锡圆铜线的规定；
- 铜包铝线应符合 GB/T 29197—2012 中 CCA-10A 或 CCA-15A 软态铜包铝线的规定；

- 开槽孔或连续纵向槽的铜带应符合 GB/T 11091 中软化退火铜带的规定,铝带应符合 GB/T 3880 的规定,金属塑料复合带/复合箔应符合 YD/T 723 的规定。槽孔或纵向槽边缘在用正常或矫正视力检查下,应无毛刺;
 - 开槽孔皱纹铜管所用的铜带应符合 GB/T 11091 中软化退火铜带的规定,铝带应符合 GB/T 3880 的规定。外导体焊缝应连续、平滑、无焊穿和漏焊等缺陷。
- 外导体尺寸及公差应符合详细规范的规定。

5.1.5 内衬层

电缆外导体可采用聚酯带、无纺布带、云母带等绕包,其中:

- 聚酯带和无纺布带应符合 YD/T 4080 的规定;
- 云母带应符合 GB/T 5019.10 的规定。

5.1.6 护套

电缆护套可采用聚氯乙烯、聚乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃、聚全氟乙丙烯等。聚氯乙烯护套料应符合 GB/T 8815 的规定,聚全氟乙丙烯应符合 JB/T 11131 的规定,聚乙烯护套料应符合 GB/T 15065 的规定,低烟无卤阻燃聚烯烃护套料应符合 GB/T 32129 的规定,其中聚乙烯护套料和低烟无卤阻燃聚烯烃护套料还应符合 GB/T 2951.41—2008 中第 8 章的耐应力开裂特性(采用步骤 B)。

自承式电缆应在护套外侧加放悬挂线,悬挂线可采用符合 YB/T 5004 的镀锌钢绞线等材料,悬挂线应与缆芯分开且平行排列,使电缆横截面呈“8”字形。悬挂线应避开槽孔所在区域,且与电缆最大场强辐射方向相反,悬挂线的护套材料应与缆芯的护套材料相同。

适用时,电缆护套表面应有清晰可辨的标识线,标识线宜与电缆轴线平行,且与电缆最大场强辐射方向相反,标识线可根据客户要求调整。

对均匀辐射型漏缆,应在护套的合适位置标明电缆的输入端或放置明显区分输入端的标志物。

护套的最大外径、最小厚度和外形尺寸应符合详细规范的规定。

5.2 成品电缆

5.2.1 外观

电缆护套应光滑、圆整,无孔洞、裂缝、气泡和凹陷等缺陷,产品标识应完整(见 4.2)并清晰可见。测量方法按 GB/T 17737.1—2013 中 4.2 的规定。

5.2.2 结构尺寸

电缆的结构尺寸应符合 5.1.2、5.1.3、5.1.4 和 5.1.6 的规定,各部分尺寸测量方法如下:

——内导体

- 实心导体: 外径按 GB/T 4909.2,椭圆度按 GB/T 17737.301;
- 光滑管状内导体: 外径按 YD/T 1092—2013 中 5.1.2,椭圆度按 GB/T 17737.301;
- 皱纹管内导体: 按 YD/T 1092—2013 中 5.1.3;

——外导体

- 皱纹管外导体: 按 YD/T 1092—2013 中 5.3;
- 纵包外导体: 按 YD/T 2491—2013 中 6.3;
- 编织或束绞外导体: 按 GB/T 2951.11—2008 中 8.3;

——绝缘和护套: 外径和厚度按 GB/T 2951.11—2008,绝缘偏心度按 GB/T 17737.302。

5.2.3 电性能

5.2.3.1 电连续性

内外导体应分别连续，测量方法按IEC 61196-1-110的规定。

5.2.3.2 直流电阻

电缆内导体及外导体的直流电阻应符合详细规范的规定，测量方法按GB/T 17737.101的规定。

5.2.3.3 电容

适用时，电缆的电容应符合详细规范的规定。测量方法按GB/T 17737.103的规定，为避免被测电缆在卷绕状态下相互耦合对测量造成影响，应按照附录A的测量方法展开电缆。

5.2.3.4 介质耐电压

电缆的介质耐压应符合详细规范的规定，测量方法按GB/T 17737.105的规定。

5.2.3.5 护套耐压（火花）

电缆的护套耐压值（直流/交流）以及每千米击穿次数应符合详细规范的规定，试验按GB/T 3048.10的规定进行，可采用护套挤出工序中的火花试验监测结果。

5.2.3.6 绝缘电阻

电缆的绝缘电阻应符合详细规范的规定，测量方法按GB/T 17737.102的规定。

5.2.3.7 平均特性阻抗

电缆的平均特性阻抗应为 $(50 \pm 2) \Omega$ 或 $(75 \pm 3) \Omega$ 。测量方法按GB/T 17737.108的规定，为避免被测电缆在卷绕状态下相互耦合对测量造成影响，应按照附录A的测量方法展开电缆。

5.2.3.8 衰减常数/插入损耗

电缆的衰减常数应符合详细规范的规定。当均匀辐射漏缆有中继需求时，其插入损耗应符合详细规范的规定。测量方法见附录A。

5.2.3.9 回波损耗

电缆的回波损耗应符合详细规范的规定。测量方法按GB/T 17737.108的规定，为避免被测电缆在卷绕状态下相互耦合对测量造成影响，应按照附录A的测量方法展开电缆。

5.2.3.10 耦合损耗

电缆的耦合损耗应符合详细规范的规定，测量方法见附录B，详细规范应规定耦合损耗测量时采用的电缆敷设方法、测量频率范围、测量天线的取向以及接收概率。均匀辐射漏缆宜采用链路损耗来评价辐射特性。

注1：在工程设计和使用时宜采用 $L_{c,95}$ （95 %概率值）来评定电缆耦合损耗的优劣。

注2：对垂直极化或水平极化漏缆，敬请关注其极化方向与频率的关系。

5.2.3.11 链路损耗

均匀辐射漏缆的链路损耗应符合详细规范的规定，测量方法见附录C。详细规范应规定链路损耗测量时采用的电缆敷设方法、测量频率范围、测量天线的取向以及接收概率。

5.2.3.12 圆周方向耦合损耗

适用时，圆周方向或规定 ϕ 角区域中的耦合损耗圆图不圆度，不宜超过详细规范的规定。测量方法参见附录D。

5.2.3.13 圆周方向辐射场强

适用时，圆周方向或规定 ϕ 角区域中的辐射场强圆图不圆度，不宜超过详细规范的规定。测量方法参见附录E。

5.2.4 环境性能

5.2.4.1 冷弯

电缆应能在低温下进行弯曲，试验后，电缆应无开裂、裂缝或其他损伤，回波损耗应符合详细规范的规定。试验方法按GB/T 17737.201—2015的规定，详细规范应规定试验程序（方法A、方法B或方法C）和试验条件，回波损耗应按5.2.3.9进行测量。

5.2.4.2 温度冲击

电缆应能承受环境温度的快速变化，试验后，电缆应无开裂、裂缝或其他损伤，电缆内导体和绝缘间轴向的尺寸变化应符合详细规范的规定。试验方法按YD/T 1092—2013中5.5.2的规定，试验温度、保温时间和循环次数应按详细规范的规定，保温时间与样品重量的关系参见IEC 61196-1-209:2016中的表1。

5.2.4.3 尺寸稳定性

电缆各构件间在高温试验后应保持稳定，电缆两端内导体与绝缘、绝缘与外导体、外导体与护套间的位移应符合详细规范的要求。试验方法按GB/T 17737.318的规定，试验温度按详细规范的规定。

5.2.4.4 护套拉伸强度与断裂伸长率

电缆护套在老化试验前后的拉伸强度与断裂伸长率应符合详细规范的规定。试验方法按GB/T 2951.11的规定，详细规范还应按GB/T 2951.12的要求，规定老化试验的细节。

5.2.4.5 老化

适用时，电缆应进行老化试验。试验后，电缆应无开裂、裂缝或其他损伤，电缆衰减变化应满足详细规范的规定。试验方法按IEC 61196-1-215的规定，老化温度应按详细规范的规定。有关电缆使用寿命的评估可参见IEC 61196-1-215:2016中的附录A。

5.2.4.6 气候顺序

适用时，电缆应进行气候顺序试验。试验前，应对试样两端进行密封，防止潮气进入。试验后，电缆应无开裂、裂缝或其他损伤，衰减变化和绝缘电阻应满足详细规范的规定。试验方法按GB/T 2423.45—2012中方法1的规定，试验的严酷等级应按详细规范的规定。低气压（步骤4）不适用，高温（步骤1）和低温（步骤3）试验后采用稳态湿热，湿度为93 % RH，温度为55 °C，持续时间24 h，循环次数为2 次。

5.2.4.7 耐日光老化

适用时，室外应用的电缆应进行耐日光老化试验。试验后，试样断裂时的伸长率和抗拉强度的下降应不大于初始值的30%，试验方法按IEC 61196-1-212:2021中方法A的规定，详细规范应规定总暴露时间。

5.2.5 机械性能

5.2.5.1 内导体/绝缘附着力

内导体应与绝缘紧密结合，附着力和相应的附着长度应符合详细规范的规定，试验方法按GB/T 17737.313的规定。

5.2.5.2 抗拉力

电缆应能承受详细规范规定的拉力，电缆的最大允许拉力和试验后的回波损耗应满足详细规范的规定。试验方法按GB/T 17737.316的规定，回波损耗应按5.2.3.9进行测量。

5.2.5.3 反复弯曲

电缆应能承受反复弯曲试验，芯轴半径和弯曲循环次数应满足详细规范的规定。试验后，电缆护套应无开裂，电缆的金属部分应无断裂或裂纹，电缆的回波损耗应满足详细规范的规定。反复弯曲试验按GB/T 17737.314的规定，回波损耗应按5.2.3.9进行测量。

5.2.5.4 耐侧压

电缆应能承受耐侧压试验，施加的力值应满足详细规范的规定。试验后，电缆护套应无开裂，电缆的金属部分应无断裂或裂纹，电缆的回波损耗应满足详细规范的规定。耐侧压试验按GB/T 17737.317的规定，回波损耗应按5.2.3.9进行测量。

5.2.5.5 标志耐擦拭性

当电缆采用印刷标志时，标志在耐擦拭性试验后应清晰可辨。试验方法按GB/T 6995.1的规定。

5.2.6 燃烧性能

详细规范应按GB 31247或GB/T 19666规定电缆的燃烧性能分级。试验方法应按GB 31247或GB/T 19666的规定，详细规范应规定燃烧时线缆的安装方式。电缆燃烧性能的分级宜根据电缆使用场合的电气防火设计要求确定。

5.2.7 环保特性

当用户要求时，电缆中组成材料的限用物质含量限值应符合表1的规定。电缆组成材料应根据GB/T 26572的规定进行分类，检测单元按照尽可能拆分成均质材料的原则，含量限值为材料中所含物质的最大质量与材料总质量的比值。试验方法按IEC 62321的规定。

表1 电缆材料中限用物质的含量限值

物质种类	物质名称	含量限值
重金属	铅	0.1 %
	镉	0.01 %
	汞	0.1 %
	六价铬	0.1 %
有机溴化物	多溴联苯（PBB）	0.1 %
	多溴二苯醚（PBDE）	0.1 %
邻苯二甲酸酯	邻苯二甲酸二丁酯（DBP）	0.1 %
	邻苯二甲酸丁苄酯（BBP）	0.1 %
	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（DEHP）	0.1 %
	邻苯二甲酸二异丁酯（DIBP）	0.1 %

6 检验规则

6.1 通则

制造厂应建立质量保证体系，使产品质量符合本文件要求。出厂前，产品应经质量检验部门进行检验，检验合格方可出厂。出厂交收的产品应附有制造厂的产品质量合格证。

检验分出厂检验和型式检验。检验项目和试验方法应符合表2规定。

6.2 组批和抽样

6.2.1 单位产品

一个单位产品应是一件（如：一盘、一卷）允许交货长度的连续电缆。

6.2.2 检验批

出厂检验批应由同时提交检验的若干相同型号的单位产品组成，这些单位产品应是在同一连续生产期内（例如1天或1周）、采用相同的材料和工艺制造出来的产品。

6.2.3 样本单位

一个样本单位是从检验批中随机抽取的一个单位产品。

6.2.4 试样

一个试样应是样本单位的全段电缆或者是从其上取的一小段电缆，该小段可在试验前截取成独立段，也可试验后再从全段上截取。抽样比例见表2，每一试样的长度应符合有关试验方法的规定。

6.3 出厂检验

6.3.1 检验项目

出厂检验项目应符合表2规定。

表2 检验一览表

序号	项目		要求和试验方法	抽样比例	
				出厂检验	型式检验
1	外观		5.2.1	100%	6.4.3
2	结构尺寸	内导体尺寸及偏差	5.2.2	100%	
3		绝缘尺寸及偏差		100%	
4		绝缘偏心度		一个样本单位上取样	
5		外导体尺寸及偏差		100 %	
6		护套最大外径及护套厚度		100 %	
7	电连续性		5.2.3.1	100 %	
8	直流电阻		5.2.3.2	一个样本单位	
9	电容		5.2.3.3	一个样本单位	
10	介质耐电压		5.2.3.4	100 %	
11	护套耐压（火花）		5.2.3.5	100 %	
12	绝缘电阻		5.2.3.6	100 %	
13	平均特性阻抗		5.2.3.7	一个样本单位上取样	
14	衰减常数/插入损耗		5.2.3.8	一个样本单位上取样	
15	回波损耗		5.2.3.9	一个样本单位上取样	
16	耦合损耗		5.2.3.10	一个样本单位上取样	
17	链路损耗		5.2.3.11	一个样本单位	
18	圆周方向耦合损耗		5.2.3.12	—	
19	圆周方向辐射场强		5.2.3.13	—	
20	冷弯		5.2.4.1	—	
21	温度冲击		5.2.4.2	—	
22	尺寸稳定性		5.2.4.3	—	
23	护套拉伸强度与断裂伸长率		5.2.4.4	—	
24	老化		5.2.4.5	—	
25	气候顺序		5.2.4.6	—	
26	耐日光老化		5.2.4.7	—	
27	内导体/绝缘附着力		5.2.5.1	—	
28	抗拉力		5.2.5.2	—	
29	反复弯曲		5.2.5.3	—	
30	耐侧压		5.2.5.4	—	
31	标志耐擦拭性		5.2.5.5	一个样本单位上取样	
32	燃烧性能		5.2.6	—	
33	环保特性		5.2.7	—	
34	包装		7.1	100 %	
35	标签		7.2	100 %	

6.3.2 抽样方案和判定规则

按表2规定的比例，根据检验批的大小，进行随机抽样检验，每批至少抽1个样本单位。被检验样本如有不合格项目时，应重新抽取样本就不合格项目进行检验，如仍有不合格，则应对该批全部电缆的这一项目进行检验。任何样本在检验中有任一项目不合格，则该样本单位应判为不合格产品。在剔除不合格品后的该检验批为合格。

6.3.3 不合格检验批的处理

不合格的检验批不允许出厂。不合格检验批中，如果样本有可能修复或去除缺陷部分后，仍然符合交货长度要求时，可重新单独提交检验。重新检验时应和新的检验批分开，并作上标记。重新检验项目应包括原不合格项目和其它有关项目。

6.4 型式检验

6.4.1 检验项目

型式检验是对产品质量进行全面考核，检验项目应包括表2所列全部项目，并且应在抽取的样本单位经出厂检验合格后，再进行其它项目的检验。

6.4.2 检验周期

在下列情况之一时，应进行型式检验：

- 产品试制定型鉴定时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 正常生产时，每一年应进行一次；
- 停产半年以上，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 大批量产品的用户要求在验收中进行型式检验时。

6.4.3 抽样方案

一般情况下，每次检验应从检验批中随机抽取每种型号电缆的1个样本单位进行试验。但是，在定型鉴定时，抽样方案可由主管部门决定。

6.4.4 判定规则

如果被抽取检验的样本单位有出厂检验项目不合格时，允许重新抽取新的样本单位重新检验。如果1个样本单位未能通过其它检验的任一项试验，允许重新抽取双倍样本单位就不合格项目进行试验，如果都能通过试验，则可判定为型式检验合格；如果仍有任一个不能通过试验，则应判定为型式检验不合格。

6.4.5 重新检验

如果型式检验不合格，制造厂应根据不合格原因，对全部产品进行纠正措施。在采取可接受的改进措施以前，应停止产品鉴定或验收。在采取改进措施之后，应重新抽样进行型式检验，对新的样本单位重做全部检验，但是，经主管部门决定或经交收双方商定，可酌情减少部分已合格的检验项目。

6.4.6 样本单位处理

已经通过型式检验的样本单位，如果是短段试样，不能作成品交货；如果是在端部进行试验的大长度试样（例如标准制造长度），切除由于进行试验产生缺陷的部分后，只要符合交货长度规定，可作为成品交货。

7 包装、运输和贮存

7.1 包装

电缆应成盘或成圈包装，包装盘应符合JB/T 8137.2或JB/T 8137.4的规定。电缆两端应进行防潮密封，宜使用耐老化热缩封帽密封。为防止贮运中损坏，成圈或成盘包装的电缆还应附加适当的防护。

电缆成圈直径或包装盘筒体直径应不小于电缆外径的15倍。

盘装电缆的最外层与盘侧板边缘的距离应不小于20 mm，电缆应固定在盘上，两端应密封。

包装盘上应标明电缆的正确滚动方向。

7.2 标签

每盘（圈）电缆或包装箱上应附有标签，详细规范应规定标签的具体内容，标签应符合GB/T 17737.1—2013中6.3的规定，还应包括毛重、净重、出厂编号、制造年月等内容。

7.3 运输

应按缆盘上标明的方向滚动盘装电缆，但不得作长距离滚动。

在运输工具上，电缆应放稳并用合适的方法固定，防止互撞和翻倒。

运输中严禁出现机械损伤电缆的情况，例如严禁从高处推落盘装电缆，或冲撞、挤压电缆。

长途运输时应防止电缆受长时间暴晒和淋雨。

装卸电缆时，应采取安全措施，防止人员或电缆受到伤害。

7.4 贮存

电缆应在通风环境中贮存，贮存时应防止电缆端头进水，防长时间暴晒。

电缆贮存时应防止挤压变形和任何机械损伤。

贮存和运输温度应控制在详细规范规定的范围内，如果超出上述温度范围，交付使用前应进行复检。

8 工程使用数据

为便于工程设计时选用，详细规范宜给出工程使用数据，内容宜包括：

- 电容；
- 相对传输速度；
- 不可用频段；
- 弯曲半径；
- 弯曲次数；
- 抗拉力；
- 敷设环境温度；
- 工作环境温度；
- 电缆重量；

——产品使用年限。

附 录 A
(规范性)
衰减常数/插入损耗测量方法

A.1 通则

可采用地面敷设法或架空敷设法进行测量。有争议时,使用 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 时架空敷设法作为仲裁测量方法。

电缆长度应至少10倍于测量频率对应的波长 (λ) ,但总长度不小于50 m。测量均匀辐射漏缆的插入损耗时,试样长度为漏缆的交货长度。

可采用矢量网络分析仪(VNA)或信号源-功率计进行测量,有争议时,使用VNA作为仲裁测量方法。

当本方法用于测量均匀辐射型漏缆的纵向总损耗时,采用公式A.2或公式A.4计算插入损耗。

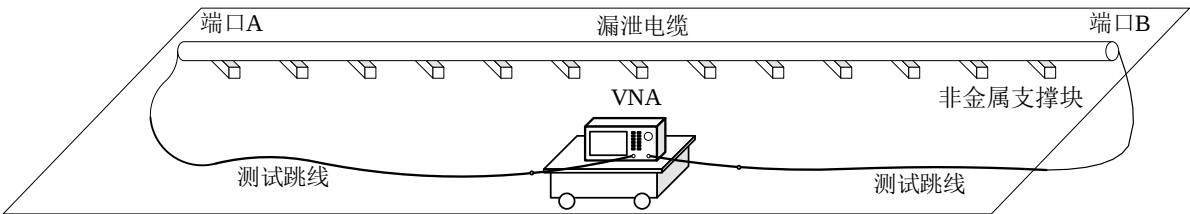
A.2 测量设备

可使用下列设备:

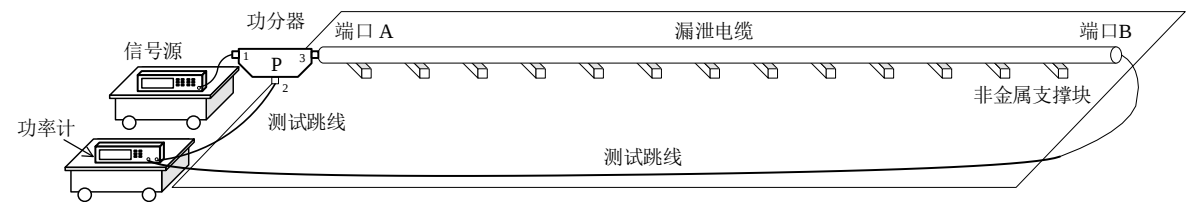
- 可执行 S_{21} 测量的 VNA;
- 信号源、功分器和功率计;
- 与测量系统标称阻抗相一致、接口匹配的测试跳线。

A.3 地面敷设法

电缆应按图A.1所示敷设。将电缆置于非金属支撑块上,电缆离水泥地面10 cm~12 cm。



a) 矢量网络分析仪测量

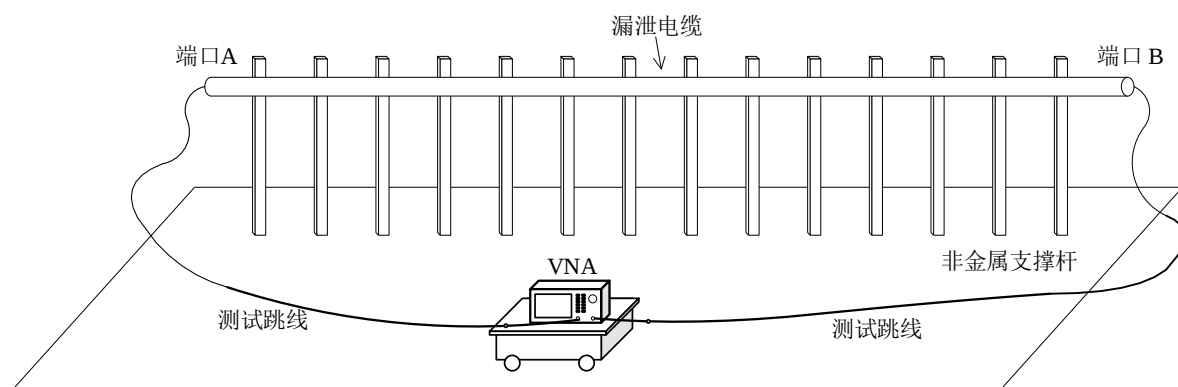


b) 信号源-功率计测量

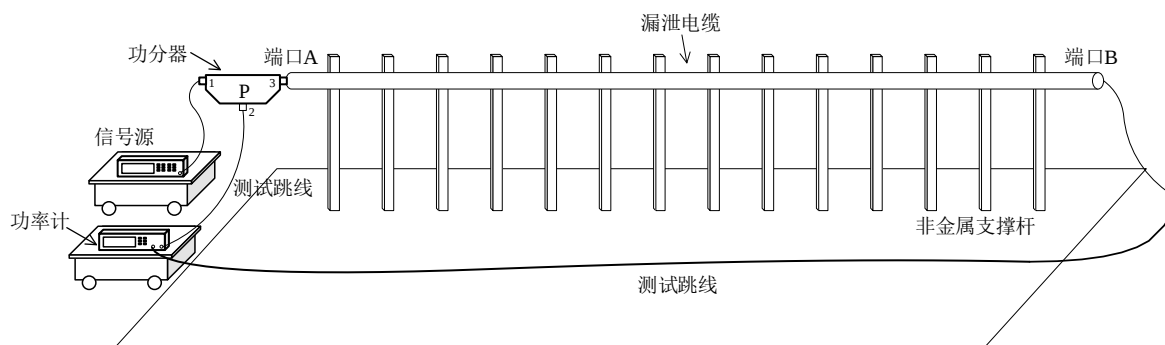
图A.1 地面敷设法测量衰减/插入损耗

A.4 架空敷设法

电缆应按图A.2所示敷设。将电缆悬挂在非金属支撑杆上，离地高度为1.5 m~2.0 m。



a) 矢量网络分析仪测量



b) 信号源-功率计测量

图A.2 架空敷设法测量衰减/插入损耗

A.5 校准

衰减应在详细规范规定的频率范围内测量，且频率点应与规定频率范围内校准程序相同。

当使用矢量网络分析仪进行测量时，应选用合适的校准件以及测试跳线，按VNA的操作说明，进行双端口校准。校准后及测量过程中，电缆测试跳线的温度应保持恒定，以避免由温度变化而影响试验结果。

当使用信号源-功率计进行测量时，将测试跳线的一端分别连接至功分器（见图A.1中分图b））的端口2和端口3，另一端连接至功率计的输入端，分别记录功率计测得的功率电平（ P_2 和 P_3 ）。该频率下，校准功率电平（ P_{cal} ）见公式（A.1）。

$$P_{cal} = P_3 - P_2 \dots\dots\dots (A.1)$$

校准的频率范围及频点应与测量频率相一致。

A.6 测量

按图A.1和图A.2连接电缆后，在测量温度（T）下预处理4 h。使用网络分析仪、功率计或其他适用仪器记录测量的功率电平。测量应在详细规范规定的频率范围和频点进行。

A.7 计算

A.7.1 矢量网络分析仪测量

当使用矢量网络分析仪进行测量时，衰减/插入损耗和衰减常数的计算¹⁾见公式(A.2)和公式(A.3)。

$$A = P_A - P_B \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\alpha = \frac{A}{l} \times 100 \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- A —— 衰减/插入损耗，单位为分贝（dB）；
- α —— 衰减常数，单位为分贝每百米（dB/100 m）；
- P_A —— 电缆输入端的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；
- P_B —— 电缆输出端（终端）的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；
- l —— 电缆长度，单位为米（m）。

A.7.2 信号源-功率计测量

当使用信号源-功率计进行测量时，衰减/插入损耗的计算¹⁾见公式（A.4）和公式（A.5）。

$$A = P_{3'} - P_{2'} - P_{cal} \dots\dots\dots (A.4)$$

$$\alpha = \frac{A}{l} \times 100 \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- A —— 衰减/插入损耗，单位为分贝（dB）；
- $P_{3'}$ —— 连接电缆输出端的功率计测得的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；
- $P_{2'}$ —— 连接功分器输出端2的功率计测得的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；
- P_{cal} —— 校准功率电平，单位为分贝（dB）；
- α —— 衰减常数，单位为分贝每百米（dB/100 m）；
- l —— 电缆长度，单位为米（m）。

A.8 详细规范应规定的细节

详细规范引用本方法时，应规定下列测量细节：

- 电缆长度；
- 电缆的敷设方法（地面敷设法或架空敷设法）；
- 功率电平的测量方法（矢量网络分析仪或信号源-功率计）；
- 测量频率范围和频点；

1) 鉴于衰减常数/插入损耗与温度的关系，与电缆的导体和介质所采用的材料及结构相关，温度修正系数正在考虑中（产品详细规范中规定）。

——测量温度（T）。

附录 B (规范性) 耦合损耗测量方法

B.1 程序

B.1.1 通则

可采用地面敷设法（见图B.1）或架空敷设法（见图B.2）进行测量，有争议时，使用架空敷设法作为仲裁测量方法。

B.1.2 地面敷设法

电缆应按图B.1所示敷设。将电缆置于非金属支架上，电缆离水泥地面10 cm～12 cm。

电缆长度至少10倍于测量频率对应的波长（ λ ），且总长度不小于50 m。

应使用半波偶极子天线，天线固定在小车上，沿电缆移动。天线中心点距电缆上方的垂直距离为（ 2.00 ± 0.05 ）m。围绕电缆轴线（除水泥地面外）和天线中心点，直径为2 m的圆柱空间不应存在金属物体。

半波偶极子天线方向见图B.3，应按详细规范中的规定。

B.1.3 架空敷设法

电缆应按图B.2所示敷设。将电缆悬挂在非金属支撑杆上，离水泥地面的高度为1.5 m～2.0 m。

电缆长度至少10倍于测量频率对应的波长（ λ ），且总长度不小于50 m。

应使用半波偶极子天线，天线安装在小车上，沿电缆方向平行移动。天线中心点的高度与电缆悬挂高度相同，其与电缆的水平距离为（ 2.00 ± 0.05 ）m。除电缆和天线外，围绕电缆轴线和天线中心点，直径最小为2 m的圆柱空间内不应存在金属物体。

半波偶极子天线的天线方向见图B.4，应按详细规范的规定。

B.2 测量

测试系统如图B.1和图B.2所示，调整信号发生器频率和输出功率电平，从电缆A端输入信号，另一端连接匹配负载。

将小车沿着被测电缆平行移动，采用频谱分析仪或其他适用仪器记录天线接收到的功率电平，作为天线与电缆输入端间相隔距离的函数。

为保证测量有效，必须保证有足够的位置分辨率。在计算接收概率95%的耦合损耗时，每半波长建议至少进行10次测量。当需要计算更高的接收概率时，建议采用至少每半波长20次测量的采样率。仲裁试验时，总测量点数不宜低于1000点，测试频段下的背景噪声应小于-95 dBm。

B.3 计算

B.3.1 计算公式

B.3.1.1 各天线方向上的局部耦合损耗

各天线方向上（径向、垂直和平行，见图B.1和图B.2）的局部耦合损耗计算见公式（B.1）。

$$L_c(z) = N_e - N_r(z) - (\alpha \times z) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$L_c(z)$ ——距离电缆输入端 z 米处的局部耦合损耗，单位为分贝（dB）；

N_e —— 电缆输入端的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；

$N_r(z)$ ——距离电缆输入端 z 米处，半波偶极子天线处的功率电平，单位为分贝毫瓦（dBm）；

α —— 电缆的衰减常数，单位为分贝每百米（dB/100 m）；

z —— 电缆输入端到天线的距离，单位为百米(100 m)。

注1：必要时，应扣除连接跳线的衰减。

注2：当采用其他非半波偶极子标准测试天线时，应考虑天线增益和方向性对测量的影响。

为避免端部的影响，在结果计算时应忽略电缆始端和末端5 m以内的测量数据。

B.3.1.2 局部耦合损耗的三向平均值

如在同一位置采用三个相互垂直的天线方向进行耦合损耗测量，该位置的局部耦合损耗的三向平均值计算见公式（B.2）。

$$L_{c,mean} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{3} \left(10^{\frac{L_{c,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{c,2}}{10}} + 10^{\frac{L_{c,3}}{10}} \right) \right) \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$L_{c,mean}$ —— 局部耦合损耗的三向平均值，单位为分贝（dB）；

$L_{c,1}$ —— 径向的局部耦合损耗，单位为分贝（dB）；

$L_{c,2}$ —— 垂直方向的局部耦合损耗，单位为分贝（dB）；

$L_{c,3}$ —— 平行方向的局部耦合损耗，单位为分贝（dB）。

B.3.2 耦合损耗的表示

各天线方向上（径向、垂直和平行，见图B.1和图B.2）测得的局部耦合损耗，以及三个方向的局部耦合损耗平均值，按接收概率可表示为 $L_{c,50}$ （中位值）和 $L_{c,95}$ （95%概率值），其中：

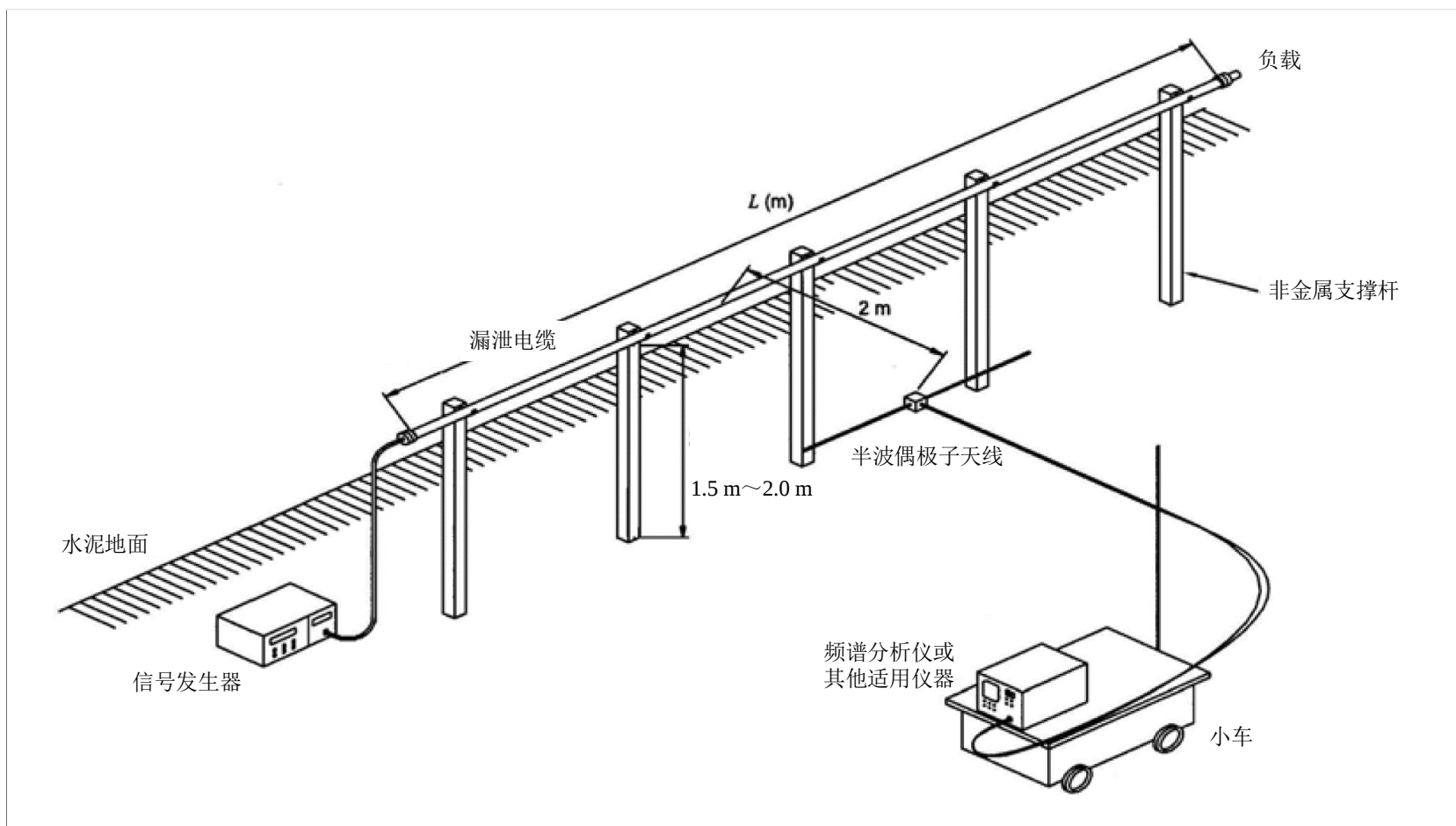
—— $L_{c,50}$ （中位值）：指 50% 的接收概率，即沿电缆长度，50% 测得的局部耦合损耗（ $L_c(z)$ ）均小于该值；

—— $L_{c,95}$ （95% 概率值）：指 95% 的接收概率，即沿电缆长度，95% 测得的局部耦合损耗（ $L_c(z)$ ）均小于该值。

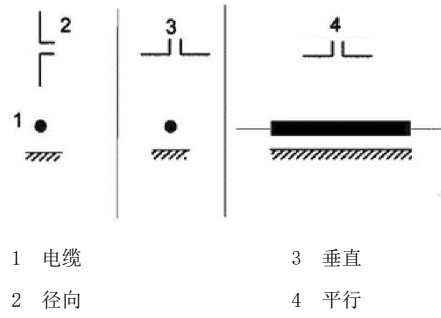
B.4 详细规范应规定的细节

详细规范引用本方法时，应规定下列测量细节：

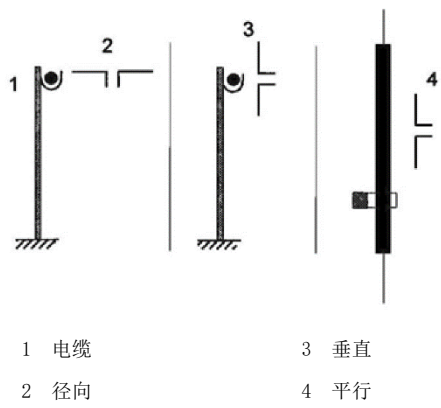
- 电缆长度；
- 电缆的敷设方法（地面敷设法或架空敷设法）；
- 测量天线的方向（径向、垂直、平行或三向平均）；
- 耦合损耗的接收概率；
- 测量频率。



图B. 2 架空敷设法测量耦合损耗



图B.3 地面敷设法中的天线方向



图B.4 架空敷设法中的天线方向

附录 C (规范性) 链路损耗测量方法

C.1 程序

C.1.1 通则

采用地面敷设法或架空敷设法进行测量。有争议时,采用制造长度电缆的架空敷设法作为仲裁试验方法。

C.1.2 地面敷设法

电缆应按图B.1所示敷设。将电缆置于非金属支架上,电缆离水泥地面10 cm~12 cm。

应使用半波偶极子天线,天线固定在小车上,沿电缆移动。天线中心点距电缆上方的垂直距离为 (2.00 ± 0.05) m。围绕电缆轴线(除水泥地面外)和天线中心点,直径为2 m的圆柱空间不应存在金属物体。天线方向见图B.3,应按详细规范中的规定。

C.1.3 架空敷设法

电缆应按图B.2所示敷设。将电缆悬挂在非金属支撑杆上,离地高度为1.5 m~2.0 m。

应使用半波偶极子天线,天线安装在小车上,沿电缆方向平行移动。天线中心点的高度与电缆悬挂高度相同,其与电缆的水平距离为 (2.00 ± 0.05) m。除电缆和天线外,围绕电缆轴线和天线中心点,直径最小为2 m的圆柱空间内不应存在金属物体。

半波偶极子天线的天线方向见图B.4,应按详细规范的规定。

C.2 测量

测试系统如图B.1和图B.2所示,调整信号发生器频率和输出功率电平,从电缆的输入端(A端)输入信号,另一端连接匹配负载。

当采用分段测量时,将小车沿着被测电缆平行移动,采用频谱分析仪或其他适用仪器记录天线接收到的功率电平,作为天线与电缆输入端间相隔距离的函数。

为保证测量有效,必须保证有足够的位置分辨率。在计算接收概率95%的链路损耗时,每半波长将建议至少进行10次测量。当需要计算更高的接收概率时,建议采用至少每半波长20次测量的采样率。产品详细规范可根据电缆的长度和测量频率,规定适用的测量点数,测试频段下的背景噪声应小于-95 dBm。

C.3 计算

C.3.1 计算公式

C.3.1.1 各天线方向上的局部链路损耗

各天线方向上(径向、垂直和平行,见图B.3和图B.4)的局部链路损耗计算见公式(C.1)。

$$L_1(z) = N_e - N_r(z) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$L_1(z)$ —— 距离电缆输入端 z 处的局部链路损耗,单位为分贝(dB);

N_e —— 电缆输入端的功率电平,单位为分贝毫瓦(dBm);

$N_r(z)$ ——距离电缆输入端 z 处，半波偶极子天线的接收电平，单位为分贝毫瓦（dBm）。
为避免端部的影响，在结果计算时应忽略电缆始端和末端5 m以内的测量数据。

注1：必要时，应扣除连接跳线的衰减。

注2：当采用其他非半波偶极子标准测试天线时，应考虑天线增益和方向性对测量的影响。

C.3.1.2 局部链路损耗的三向平均值

如在同一位置采用三个相互垂直的天线方向进行链路损耗测量，该位置的局部链路损耗的三向平均值计算见公式（C.2）。

$$L_{l,\text{mean}} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{3} \left(10^{\frac{L_{l,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{l,2}}{10}} + 10^{\frac{L_{l,3}}{10}} \right) \right) \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$L_{l,\text{mean}}$ —— 局部链路损耗的三向平均值，单位为分贝（dB）；

$L_{l,1}$ —— 径向的局部链路损耗，单位为分贝（dB）；

$L_{l,2}$ —— 垂直方向的局部链路损耗，单位为分贝（dB）；

$L_{l,3}$ —— 平行方向的局部链路损耗，单位为分贝（dB）。

C.3.2 链路损耗的表示

各天线方向上（径向、垂直和平行，见图B1和图B2）测得的局部链路损耗，以及三个方向的局部链路损耗平均值，按接收概率可表示为 $L_{l,50}$ （中位值）和 $L_{l,95}$ （95%概率值），其中：

—— $L_{l,50}$ （中位值）：指 50% 的接收概率，即 50% 测得的局部链路损耗（ $L_l(z)$ ）均小于该值；

—— $L_{l,95}$ （95%概率值）：指 95% 的接收概率，即 95% 测得的局部链路损耗（ $L_l(z)$ ）均小于该值。

C.4 详细规范应规定的细节

详细规范引用本方法时，应规定下列测量细节：

—— 电缆长度；

—— 电缆的敷设方法（地面敷设法或架空敷设法）；

—— 测量天线的方向（径向、垂直、平行或三向平均）；

—— 链路损耗的接收概率；

—— 测量频率。

附 录 D

(资料性)

圆周方向耦合损耗测量方法

D.1 测量

电缆的长度及安装方式按B.1.3的规定。

天线方向为最大极化方向, 电缆槽孔正对天线的位置为测量起点 ($\varphi=0^\circ$), 按附录B的规定测量并计算耦合损耗 ($L_{c,50}$ 或 $L_{c,95}$)。

逆时针转动电缆一周 (360°), 每间隔 15° (或更小角度), 按上述方法测量并计算该方位角 (φ) 对应的耦合损耗值 ($L_{c,\varphi,50}$ 或 $L_{c,\varphi,95}$)。

D.2 计算

绘制 $L_{c,50}$ 或 $L_{c,95}$ 对应 φ 圆图, 示例见图D.1。

在规定 φ 角区域中寻找最大耦合损耗值 ($L_{c,max}$) 与最小耦合损耗值 ($L_{c,min}$), 并按公式 (D.1) 计算耦合损耗圆图不圆度 ($L_{c,o}$)。

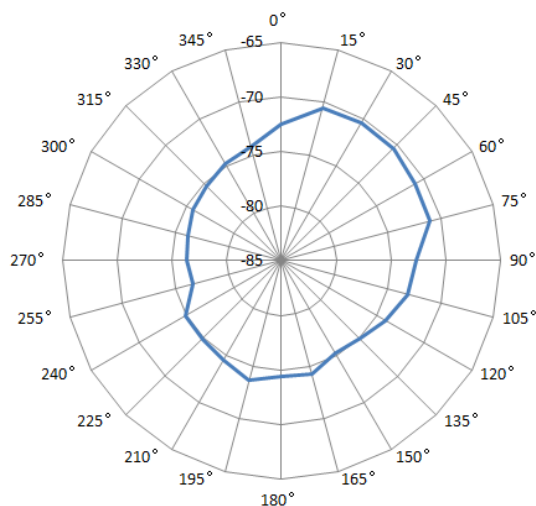
$$L_{c,o} = \frac{L_{c,max} - L_{c,min}}{2} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$L_{c,o}$ —— 耦合损耗圆图不圆度, 单位为分贝 (dB);

$L_{c,max}$ —— φ 角区域中的最大耦合损耗, 单位为分贝 (dB);

$L_{c,min}$ —— φ 角区域中的最小耦合损耗, 单位为分贝 (dB)。



试样长度: 50 m, SLR-50-22(7/8 ")

天线方向: 垂直

测试频率: 900 MHz

耦合损耗: $L_{c,95}$

图D.1 圆周方向耦合损耗值圆图示例

D.3 详细规范应规定的细节

详细规范引用本方法时，应规定下列测量细节：

- 电缆长度；
- 耦合损耗的接收概率；
- 方位角 (φ) ；
- 测量频率。

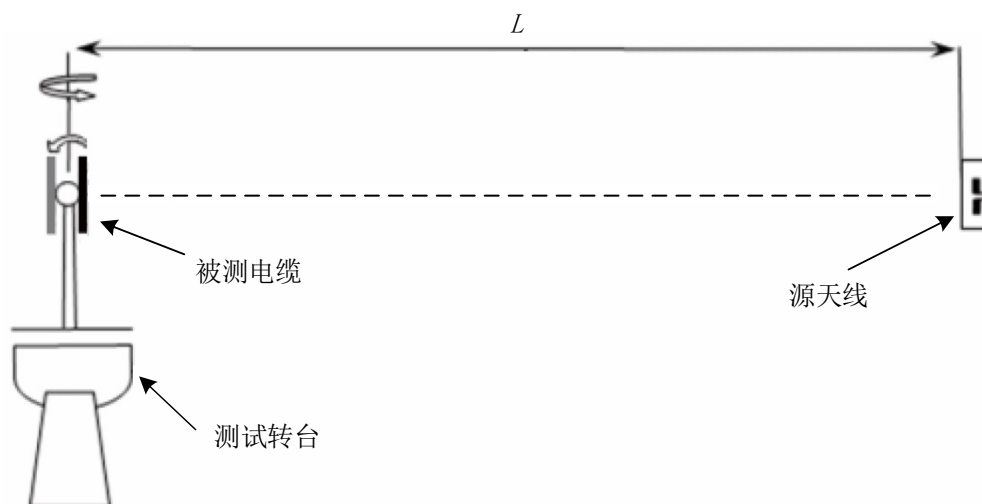
附录 E (资料性) 圆周方向辐射场强测量方法

E.1 测量

电缆按图E.1所示安装,并与源天线同极化对准,测试点置于电缆试样中间点,电缆长度不小于2m,天线至电缆的距离(L)按详细规范的规定。仲裁时,试验应在微波暗室中进行。

被测电缆槽孔正对源天线位置为测量起点($\varphi=0^\circ$),测试辐射场强电平 P_0 ;

逆时针转动电缆一周(360°),每间隔 5° (或更小角度),按上述方法测试该方位角(φ)时辐射场强电平(P_φ)。



图E.1 圆周方向辐射场强测试装置

E.2 计算

绘制 $P_\varphi \sim \varphi$ 圆图,示例见图E.2。

在规定 φ 角区域中寻找最大接收电平 $P_{\max}$ 和最小接收电平 $P_{\min}$,并按公式(E.1)计算 φ 角区域辐射场强圆图不圆度。

$$P_0 = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{2} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

P_0 —— 圆周辐射场强圆图不圆度,单位为分贝(dB);

$P_{\max}$ —— φ 角区中的最大辐射场强,单位为分贝(dB);

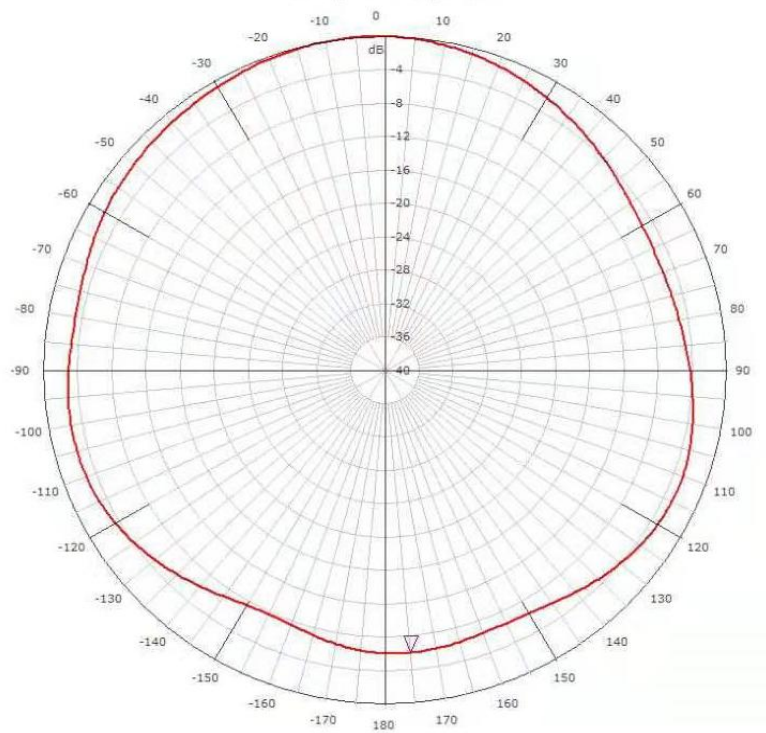
$P_{\min}$ —— φ 角区中的最小辐射场强,单位为分贝(dB)。

E.3 详细规范应规定的细节

详细规范引用本方法时,应规定下列测量细节:

- 电缆长度;
- 天线至电缆的距离(L);

——方位角 (φ) ;
——测量频率。



试样长度：2 m，SLR-50-32（1-1/4 "）
试验温度：28 °C
试验场地：微波暗室
源天线：宽频喇叭天线
测试频率：900 MHz
天线离辐射电缆的距离（L）：38 m

图E. 2 圆周方向辐射场强圆图示

参 考 文 献

- [1] IEC 61196-1-209:2016 同轴通信电缆 第1-209部分：环境试验方法 热循环（Coaxial communication cables—Part 1-209: Environmental test methods—Thermal cycling）
-