



中华人民共和国通信行业标准

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

Communication cable—Radiating leaky coaxial cable with foamed
polyethylene dielectric and longitudinal wrapped copper outer
conductor

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 产品分类	3
5 要求	3
6 试验方法	9
7 检验规则	11
8 包装、标志、运输和贮存	13
附录A（规范性附录） 纵向衰减测试方法	15
附录B（规范性附录） 耦合损耗测试方法	16
附录C（资料性附录） 工程使用数据	18



前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准参考了 IEC 61196-4:2004 《同轴通信电缆 第4部分：漏泄电缆分规范》。

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。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：江苏中天科技股份有限公司、成都泰瑞通信设备检测有限公司、江苏亨鑫科技有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、武汉邮电科学研究院、江苏俊知技术有限公司。

本标准主要起草人：蓝燕锐、徐 翠、赵瑞静、宋志佗、李庆和、马文华、张 希、刘湘荣、姚文讯、徐国强。

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

1 范围

本标准规定了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的产品分类、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于物理发泡聚乙烯绝缘、纵包铜带外导体构成的辐射型漏泄同轴电缆，其工作频率范围为70MHz~2620MHz。

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，仅所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 228-2010 金属材料室温拉伸试验方法

GB/T 2951.11-2008 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(IDT IEC 60811-1-1:2001)

GB/T 2951.13-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第13部分：通用试验方法 密度测定方法 吸水试验 收缩试验(IDT IEC 60811-1-3:2001)

GB/T 6995.3-2008 电线电缆识别标志方法 第3部分：电线电缆识别标志

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 17737.1-2000 射频电缆 第1部分：总规范、总则、定义、要求和试验方法(IDT IEC 61196-1:2005)

GB/T 18380.12-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW预混合型火焰试验方法(IDT IEC 60332-1-2:2004)

GB/T 19849 电缆用无缝铜管

YD/T 837.3-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第3部分：机械物理性能试验方法

YD/T 837.4-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第4部分：环境性能试验方法

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

YD/T 1092-2004 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 1113 光缆护套用低烟无卤阻燃材料特性

JB/T 8137 电线电缆交货盘

JB/T 10696.3-2007 电线电缆机械和物理性能试验方法 第3部分：弯曲试验

SJ/T 11363-2006 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求

SJ/T 11365-2006 电子信息产品中有毒有害物质的检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

漏泄同轴电缆 Leaky Coaxial Cable

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。

3.2

辐射型漏泄同轴电缆 Radiating Leaky Coaxial Cable

外导体上开有节距与波长(或半波长)相当的周期性槽孔、且槽孔结构使得在槽孔处信号产生同相叠加、以辐射模式为主发射或接收信号的漏泄同轴电缆。

漏泄同轴电缆和移动终端之间的耦合量的大小取决于电缆的结构、电缆和移动终端天线之间的距离、天线的种类和方位、电缆敷设环境、电缆敷设方式以及系统的工作频段等。

3.3

驻波谐振频率 Resonance Frequency

外导体上每组槽孔的周期性排列节距，使电缆内反射信号在一定频率同相叠加，产生电压驻波比峰值，该频率即为辐射型漏泄同轴电缆的驻波谐振频率。

3.4

半波偶极子天线 Half-Wavelength Dipole Antenna

又被称为半波对称振子天线，天线由两根圆柱形的导线构成，两根导线的几何尺寸完全相同，且在空间呈对称分布，每根导线的长度是使用波长的 1/4。

3.5

耦合损耗 Coupling Loss

表征漏泄电缆与外界环境之间相互耦合强度的特性参数，其定义如公式 (1)：

$$L_e = 10 \times \lg \frac{P_t}{P_r} \quad (1)$$

式中：

L_e ——耦合损耗，单位为 dB（分贝）；

P_t ——漏泄电缆的发射功率，单位为 W（瓦）；

P_r ——标准测试天线的接收功率，单位为 W（瓦）。

耦合损耗常用值是 50% 和 95% 的接收概率值。

50% 的接收概率值 (α_{c50}) —— 50% 测得的局部耦合损耗均小于该值。

95% 的接收概率值 (α_{c95}) —— 95% 测得的局部耦合损耗均小于该值。

3.6

槽孔标识线 Slot Mark Line

护套表面上用于标识周期性槽孔方位的连续凸起的筋。

4 产品分类

4.1 电缆型号

电缆型号由型式代号和规格代号组成。电缆型式代号见表1规定，规格代号见表2规定。

表1 型式代号中各个代号的含义

分 类				内导体		绝 缘		外导体		护套		特性阻抗		频 段	
代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义
HL	漏泄 同轴 电缆	R	辐射型	CT	光滑 铜管	省略	物理发 泡聚乙 烯绝缘	S	光滑 铜带 (省 略)	Y	聚乙烯 护套	50	标称 特性 阻抗 为 50Ω	M	频段范围 为 70~ 1000 (MHz)
				HT	螺旋形 皱纹 铜管			C	辊纹 铜带	YZ	阻燃 聚烯烃 护套			H	频段范围 为 700~ 2620 (MHz)

表2 规格代号

单位: mm

规格代号	42	32	22
内导体标称外径	17.30	13.10	9.00
内导体材料	螺旋形皱纹铜管	光滑铜管	
绝缘层标称外径	43	33	22

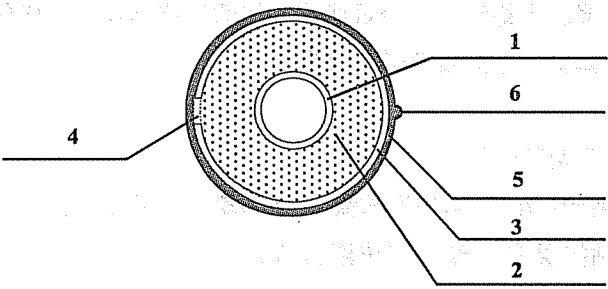
4.2 产品标记与示例

本产品标记由型式代号、规格代号组成。

示例：光滑铜管内导体 13.10mm、绝缘层标称外径 33mm、周期性开槽的光滑纵包铜带外导体、阻燃聚烯烃护套、特性阻抗为 50Ω、槽孔用于 70~1000MHz 内无线通信系统的电缆标记为 HLRCTYZ-50-32M。

4.3 结构示意图

电缆的横截面结构如图1所示。



说明：1—内导体；2—绝缘层；3—外导体；4—外导体上槽孔；5—护套；6—护套标识线。

图1 电缆横截面结构图

5 要求

5.1 内导体

5.1.1 内导体材料

内导体应由一根材质一致、无缺陷、完整的光滑铜管或螺旋形皱纹铜管制成，内导体外观应光亮、无氧化、无机械损伤、无变形。内导体规格及材料见表2。光滑铜管内导体应满足GB/T 19849要求；螺旋形皱纹铜管内导体为铜带纵包成形，焊接轧纹工艺制成，所用铜带应满足GB/T 11091的要求。

5.1.2 内导体形式

内导体应由光滑铜管或螺旋形皱纹铜管构成。光滑铜管内导体的结构尺寸及要求见表3。螺旋形皱纹铜管内导体的结构尺寸及要求见表4。

表3 光滑铜管内导体的结构尺寸及要求

项 目	单 位	规格代号	
		32	22
标称外径	mm	13.10	9.00
外径偏差	mm	±0.15	±0.10
管壁厚度	mm	0.52	0.50
管壁厚度偏差	mm	±0.05	
最小抗张强度	MPa	200	
最小断裂伸长率	%	20	
椭圆度(Max)	%	3.0	1.5

表4 螺旋形皱纹铜管内导体的结构尺寸及要求

单位: mm

项 目	规格代号	
	42	22
波峰标称外径	17.30	11.00
波峰外径偏差	±0.30	±0.20
波谷标称外径	14.50	9.00
螺旋形皱纹标称节距	10.20	6.00
螺旋形皱纹节距偏差	±0.30	±0.20
管壁标称厚度	0.23	0.20

5.2 绝缘

5.2.1 概述

绝缘层应由不同密度聚乙烯绝缘料和少量成核剂按适当比例掺合而成的绝缘级聚乙烯绝缘料掺合物,连续地同心挤包在内导体上的泡沫聚乙烯绝缘层。

5.2.2 绝缘层结构

泡沫聚乙烯绝缘层有以下两种结构:

- 三层结构—内导体粘接层/闭孔结构泡沫聚乙烯层/聚乙烯外皮层;
- 双层结构—内导体粘接层/闭孔结构泡沫聚乙烯层。

内导体粘接层应既粘着在内导体上,又粘着在闭孔结构泡沫聚乙烯层上;聚乙烯外皮层应粘着在闭孔结构泡沫聚乙烯层上。

5.2.3 绝缘外观及完整性

绝缘应完整、连续,表面光滑、均匀、无缺陷,不允许修补。

5.2.4 绝缘同心度

绝缘同心度按公式(2)计算,任何一个绝缘截面上的绝缘同心度 C 应不小于94%。

$$C = \left(1 - \frac{Tl_{\max} - Tl_{\min}}{Tl_{\max} + Tl_{\min}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$T_{1\max}$ ——一个截面上的绝缘最大厚度, 单位为 mm (毫米);

$T_{1\min}$ ——与 $T_{1\max}$ 在同一个截面上的绝缘最小厚度, 单位为 mm (毫米)。

5.2.5 绝缘附着力

绝缘内皮层应既粘着在内导体上又粘着在绝缘泡沫层上, 绝缘层应易于从内导体上剥离, 但从内导体上剥离绝缘层所要求的力应不小于 98N。

5.2.6 绝缘热收缩

在 6.2.3 试验条件下, 绝缘的总收缩量应不超过 6.4mm, 切割绝缘试样时引起的收缩量应计入总收缩量里。

5.3 外导体

5.3.1 外导体材料

外导体铜带上应开有节距与使用频率波长相当的周期性排列的槽孔。铜带应材质一致、厚度均匀、表面光滑平整无缺陷。外导体铜带应连续, 无油污、无氧化等缺陷。铜带应符合 GB/T 11091 的规定。

5.3.2 外导体结构尺寸

外导体由周期性开槽铜带纵包搭接而成, 可有以下两种结构:

a) 光滑结构—外导体沿长度方向周期性开槽、纵包搭接成型。

b) 辊纹结构—外导体沿长度方向周期性开槽、辊纹、纵包搭接成型。辊纹可有点状纹、横纹等。

外导体开槽槽孔在铜带长度方向上应节距一致, 周期性槽孔形状、尺寸及节距设计应符合表 9 各频段耦合损耗、纵向衰减、电压驻波比等电气性能要求。槽孔边缘在用正常或矫正视力检查下, 应无毛刺。外导体尺寸规定见表 5。

表5 外导体结构尺寸

单位: mm

规格代号	42	32	22
最大外径	44.5	34.5	24.5
铜带标称厚度	0.10	0.10	0.10

5.3.3 外导体的连续性

外导体应完整连续, 在一个交货长度内外导体铜带允许有接头, 但接头应采取点焊方式, 焊接处应平整牢固, 接头质量不应影响产品的性能指标。外导体允许用非吸湿性材料包覆或绕扎。

5.4 护套

5.4.1 护套材料

护套材料应为黑色聚乙烯或低烟无卤阻燃聚烯烃。黑色聚乙烯护套料应为线性低密度聚乙烯, 应符合 GB/T 15065 的规定。低烟无卤阻燃聚烯烃护套料应符合 YD/T 1113 中的规定。

5.4.2 护套外观及完整性

电缆护套沿长度方向应有槽孔标识线。槽孔标识线应当在槽孔中心 180° 位置。

电缆护套应光滑、圆整, 无孔洞、裂缝、气泡和凹陷等缺陷。

电缆护套生产过程中应使用火花试验, 应无击穿点。火花电压值应符合表 9 的规定。

5.4.3 护套最小厚度和最大外径

护套最小厚度、最大外径应符合表 6 的规定。

表6 护套最小厚度、最大外径要求

单位: mm

规格代号	42	32	22
护套最小厚度	1.7	1.5	1.4
护套最大外径	49.0	38.5	28.5

5.4.4 护套偏心度

护套偏心度按式 (3) 计算, 护套的偏心度E 应不大于43%。

$$E=\frac{T2_{max}-T2_{min}}{T2_{ave}}\times100\%$$
 (3)

式中:

$T2_{max}$ ——一个截面上的护套最大厚度, 单位为 mm (毫米);

$T2_{min}$ ——与 $T2_{max}$ 在同一个截面上的护套最小厚度, 单位为 mm (毫米);

$T2_{ave}$ ——与 $T2_{max}$ 在同一个截面上的护套平均厚度, 单位为mm (毫米)。

5.4.5 护套机械物理性能

电缆的聚乙烯护套、低烟无卤阻燃聚烯烃护套的机械物理性能应符合表7要求。

表7 护套机械物理性能

序 号	项 目	单 位	要 求	
			聚乙烯护套	低烟无卤阻燃聚烯烃护套
1	护套拉伸强度, 中值	MPa	≥10	≥10
2	护套断裂伸长率, 中值	%	≥350	≥125
	老化前			
	老化后	℃	≥300	≥100
	处理温度			
3	处理时间	h	24×10	24×7
	护套热收缩率	%	≤5	≤5
	处理温度	℃	100±2	100±2
	处理时间	h	4	4
4	护套耐环境应力开裂性能 (失效数/试样数)	h	0/10	/
	浸泡时间		96	

5.5 成品电缆性能要求

5.5.1 机械物理性能与环境性能

5.5.1.1 低温下弯曲

电缆按 6.5.1 规定完成低温下弯曲试验后, 用正常或矫正视力检查, 试样的护套应无任何可见的开裂、裂纹或其他损伤。在用正常或矫正视力检查之前, 允许试样恢复至室温。

5.5.1.2 高低温冲击

电缆按6.5.2规定完成高低温冲击试验后, 电缆试样内导体轴向尺寸变化应不大于1.6mm, 绝缘层轴向尺寸变化应不大于3.2mm; 用正常或矫正视力检查, 试样的护套和绝缘应无任何可见的开裂、裂纹或其他损伤。

5.5.1.3 重复弯曲

电缆按6.5.3规定完成重复弯曲试验后, 用正常或矫正视力检查, 试样的金属部分应无裂纹或断裂。试验后测试的电压驻波比应符合表9中对相应工作频段的电压驻波比的要求。

5.5.1.4 阻燃电缆的阻燃性能

阻燃电缆的阻燃性能应符合GB/T 18380.12-2008中关于单根电缆垂直燃烧试验要求。

5.5.1.5 抗压性

电缆按6.5.5规定完成抗压性试验后，测试的电压驻波比应符合表9的要求。

5.5.1.6 环保性能

电缆组成材料应根据SJ/T 11363-2006中的规定进行分类。当用户有要求时，电缆用均一材料（EIP-A类）中禁用的有毒有害物质限量应符合表8的规定，其他分类材料中禁用物质的限量应符合SJ/T 11363-2006中的相关规定。

表8 电缆材料中禁用物质的材料限值

种 类	物 质	含量限值 mg/kg
重金属	铅及其化合物	800
	镉及其化合物	70
	汞及其化合物	800
	六价格的化合物	800
有机溴化物	多溴联苯(PBB)	两类物质含量之和 800
	多溴二苯醚(PBDE)	

5.5.2 电气性能

电缆的电气性能应符合表9、表10和表11的要求。

表9 电气性能要求

序 号	项 目		单 位	频率 (MHz)	指标要求		
					42	32	22
1	最大内导体直流电阻， 20℃	光滑铜管	Ω/km	—	—	1.00	1.50
		螺旋形皱纹铜管		—	1.50	—	—
2	最大外导体直流电阻，20℃		Ω/km	—	1.60	3.00	3.50
3	平均特性阻抗		Ω	—	50±2		
4	电压驻波比 (Max), “M” 频段		—	100~200	1.30		
				320~480			
				680~700			
				790~960			
	电压驻波比 (Max), “H” 频段		—	790~960	1.30		
				1700~1900			
				1920~2025	1.40		
				2110~2200			
5	最小绝缘电阻		MΩ·km	—	5000		
6	绝缘耐压 (DC, 1min)		V	—	15000	10000	10000
7	护套火花试验 (AC, 有效值)		V	—	10000	10000	8000
8	相对传输速率		%	30~200	88		
9	电容		pF/m	—	76		

电缆应在供需双方约定的“工作频段”内符合相应的要求。用户对特定工作频段下的电气性能有特殊要求时，可另行约定。电容和相对传输速率为标称值，作为电缆工程使用数据进行测试但不作为考核项目

表10 “M”频段指标要求

频率 (MHz)	42			32			22		
	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}
	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)
75	0.6	72	80	0.7	61	69	1.4	69	75
150	1.0	76	82	1.1	70	79	1.7	69	78
350	1.6	72	80	1.8	74	82	3.0	63	72
450	1.8	73	80	2.1	71	78	3.3	65	74
700	2.1	69	74	2.7	72	80	4.1	68	74
800	2.7	68	76	3.0	64	68	4.7	67	75
900	2.9	70	77	3.3	64	69	5.2	67	75
960	3.0	65	71	3.4	72	80	5.3	66	73

注：耦合损耗 α_{c50} 值只作统计，但不考核

表11 “H”频段指标要求

频率 (MHz)	42			32			22		
	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}	纵向衰减 (20° C)	耦合损耗 α_{c50}	耦合损耗 α_{c95}
	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)	dB/100m (Max)	dB (Max)	dB (Max)
700	2.3	78	83	2.3	76	82	3.7	77	85
800	2.4	70	75	2.7	71	78	4.3	75	80
900	2.6	70	74	3.1	69	73	4.7	74	80
960	2.7	70	74	3.2	65	68	4.8	69	77
1800	4.3	66	72	5.0	66	72	8.8	68	75
1900	4.6	66	73	5.6	62	68	8.9	64	70
2000	4.9	67	71	5.8	67	72	10.0	67	73
2200	5.5	66	71	6.2	66	72	11.5	69	75
2400	6.3	64	70	7.8	64	71	13.3	67	73
2600	7.3	64	68	8.0	69	76	13.9	63	68
2620	8.1	65	70	8.3	68	76	15.1	64	70

注：耦合损耗 α_{c50} 值只作统计，不考核

5.5.3 电缆标志

成品电缆护套上的标志应符合GB/T 6995.3-2008规定。在成品电缆护套上应沿其长度方向每隔1m喷印制造厂名称（或其代号）、电缆型号、制造年份和以m（米）为单位的长度标志，其标称间距为1m，长度标志的间距误差应不大于5%。标志颜色应清晰可辨，并采用与护套颜色对比度较大的颜色。

5.5.4 封头

电缆的两端应密封良好，宜使用热缩封帽密封。

5.6 电缆交货长度

电缆的交货长度应为100m的整数倍，也可根据供需双方协议长度交货。

5.7 电缆的工程使用数据

电缆的工程使用数据参见附录C。

6 试验方法

6.1 内导体的试验方法

6.1.1 内导体的尺寸

6.1.1.1 光滑铜管内导体的尺寸

按 YD/T 1092-2004 中 5.1.2 进行。

6.1.1.2 螺旋形皱纹铜管内导体的尺寸

按 YD/T 1092-2004 中 5.1.3 进行。

6.1.2 光滑铜管内导体的抗张强度和断裂伸长率

光滑铜管内导体的抗张强度和断裂伸长率应按 GB/T 228-2010 的规定进行试验。

6.2 绝缘层的试验方法

6.2.1 绝缘的同心度

绝缘的同心度应按 GB/T 2951.11-2008 的规定进行测量，并按式（2）进行计算。

6.2.2 绝缘附着力

绝缘附着力应按 GB/T 17737.1-2000 中 10.1 半硬电缆规定的方法进行试验。试样截取总长度约 300mm，并保留 (150 ± 2) mm 长的绝缘层进行试验。

6.2.3 绝缘热收缩

绝缘热收缩试验应按 GB/T 2951.13-2008 中的规定进行。截取 200mm 长的绝缘导体，在中间部分标出 150mm 长的绝缘，将标记线外绝缘除去，将制取的试样放在循环通风烘箱里，在 $(115 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下保持 4h，然后冷却至室温，切割绝缘试样时引起的收缩量应计入绝缘的总收缩量中。

6.3 外导体尺寸

从成品电缆上任意截取一段电缆并将其校直，用分度不低于 0.02mm 的游标卡尺在外导体上，在同一截面沿圆周均匀分布的 6 个位置进行测量。测量时应以游标卡尺对外导体外径的最大点进行测量。

6.4 电缆护套的试验方法

6.4.1 护套外观、完整性

护套外观应用正常或矫正视力检查。护套完整性应按 YD/T 837.4-1996 中 4.6 的规定进行。

6.4.2 护套最小厚度、最大外径和偏心率

护套的最小厚度、最大外径应按 GB/T 2951.11-2008 的规定进行，偏心率按公式（3）计算。

6.4.3 电缆护套的机械物理性能

电缆护套的机械物理性能试验应按 YD/T 837.3-1996 的规定进行。

6.5 电缆的机械物理性能和环境性能试验方法

6.5.1 低温下弯曲

电缆的低温下弯曲试验应按 JB/T 10696.3-2007 的规定进行。将电缆试样放入低温试验箱内，在 $(-30 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度条件下放置 48h 进行低温处理。然后取出试样，在 30s 内进行一次弯曲。弯曲试验用芯轴直径应符合表 12 的规定。

表12 弯曲直径要求

单位: mm

规格代号	42	32	22
低温下弯曲	1400	1000	600
重复弯曲	1400	1000	600

6.5.2 高低温冲击

电缆的高低温冲击应按 YD/T 1092-2004 中 5.5.2 进行。

6.5.3 重复弯曲

电缆的重复弯曲试验应按GB/T 17737.1-2000中的10.2规定进行。电缆的长度不小于弯曲直径的4倍。

6.5.4 阻燃电缆的燃烧试验

阻燃电缆的单根垂直燃烧试验应按GB/T 18380.12-2008规定进行。

6.5.5 抗压性

电缆的抗压性试验应按 GB/T 17737.1-2000 的规定进行, 并采用以下细则:

a) 应采用可移动钢板进行试验, 可移动钢板的边缘倒角半径应不小于 2mm;

b) 试验时, 应避免钢板压住槽孔标识线;

抗压强度应符合表 13 的规定;

试验时, 负荷加载持续时间应为 20min;

试验电缆的长度不小于弯曲直径的 4 倍。

表13 抗压性试验加载总负荷要求

电缆规格代号	42	32	22
抗压强度 (N/mm)	8	8	6

6.5.6 环保性能试验

电缆各组成材料的环保性能试验应按SJ/T 11365-2009规定进行。

6.5.7 电缆长度标志误差

电缆长度标志误差应按YD/T 837.5-1996中的规定进行测试。

6.6 电缆的电气性能试验方法

6.6.1 内、外导体直流电阻

内、外导体直流电阻应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.1 的规定进行。铜导体的直流电阻温度换算系数为 0.00393/°C。

6.6.2 绝缘耐压

电缆的绝缘耐压试验应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.5 的规定进行。

6.6.3 绝缘电阻

电缆的绝缘电阻应按GB/T 17737.1-2000中11.2的规定进行。

6.6.4 护套火花试验

电缆护套在生产过程中应使用火花试验, 检验应符合GB/T 17737.1-2000中11.6的规定, 火花电压值应符合表9的规定。

6.6.5 电容

电缆的电容应按GB/T 17737.1-2000中11.3的规定进行。电容的测量应在20°C±5°C下进行, 测量电压为1kV, 测量频率为100Hz, 测量精度应不低于±5%。

电缆的电容应按GB/T 17737.1-2000中的11.3的规定进行。为了避免被测试电缆试样在卷绕状态下各层或各匝电缆之间相互耦合对本测量结果的影响,应使被测试电缆试样处于非卷绕状态,按照附录A或附录B中的方法展开电缆。

6.6.6 平均特性阻抗

电缆的平均特性阻抗应按GB/T 17737.1-2000中的11.8的规定进行测试。为了避免被测试电缆试样在卷绕状态下各层或各匝电缆之间相互耦合对本测量结果的影响,应使被测试电缆试样处于非卷绕状态,按照附录A或附录B中的方法展开电缆。

6.6.7 纵向衰减

电缆的纵向衰减应按附录A的规定进行测试。

6.6.8 耦合损耗

电缆的耦合损耗应按附录B的规定方法进行测试。被测试电缆试样长度不小于50m,每米采样点数应不少于20个。在分别以电缆和天线为中心轴的直径为2m的空间圆柱范围内应当没有其他金属器件。天线采用半波偶极子天线,天线取与电缆垂直、水平、径向三个方向中感应信号最优位置,且在测试过程中,天线与漏缆相对位置应保持不变。为避免被测电缆试样端头的影响,与电缆两端部相距5m之内的测量数据不应计在内。天线中心与电缆之间水平距离为2m。测试频段下的背景噪声应小于-95dBm。

6.6.9 电压驻波比

电缆的电压驻波比应按GB/T 17737.1-2000中11.12中的规定进行测试。测试应按表9规定的频段分段测量。为了避免被测试电缆试样在卷绕状态下各层或各匝电缆之间相互耦合对本测量结果的影响,应使被测试电缆试样处于非卷绕状态,按照附录A或附录B中的方法展开电缆。

6.6.10 相对传输速率

电缆的相对传输速率应按GB/T 17737.1-2000中的11.9的规定进行测试。为了避免被测试电缆试样在卷绕状态下各层或各匝电缆之间相互耦合对本测量结果的影响,应使被测试电缆试样处于非卷绕状态,按照附录A或附录B中的方法展开电缆。

7 检验规则

7.1 总则

电缆应经制造厂质量检验部门检验,检验合格后方可出厂。出厂产品应附有质量检验合格证书。检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验

出厂检验包括100%检验和取样检验。

7.2.2 单位产品和检验批

单位产品是指每一根制造长度的电缆或每一包装(一盘或一卷)电缆。

检验批是指同一段时间内,采用相同原材料和相同工艺连续生产的同型号的单位产品。

7.2.3 100%检验

出厂检验的100%检验项目、要求和试验方法见表14规定。

表14 100%检验项目、要求和试验方法

序 号	项 目	要 求	试验方法
1	内导体的标称外径及偏差	5.1.2	6.1.1
2	外导体尺寸	5.3.2	6.3
3	护套外观及完整性	5.4.2	6.4.1
4	护套最小厚度及最大外径	5.4.3	6.4.2
5	绝缘耐压	5.5.2	6.6.2
6	绝缘电阻	5.5.2	6.6.3
7	护套火花试验	5.5.2	6.6.4

7.2.4 取样检验

取样检验应在完成表 14 规定检验项目且检验合格后的电缆上进行。检验项目、要求、试验方法和取样方案见表 15 的规定。

表15 取样检验项目、要求、试样方法和取样方案

序 号	项 目	要 求	试验方法	取样方案
1	内导体直流电阻	5.5.2	6.6.1	1 个检验批进行 1 个单位产品取样
2	外导体直流电阻	5.5.2	6.6.1	
3	电压驻波比	5.5.2	6.6.9	
4	相对传输速率	5.5.2	6.6.10	
5	纵向衰减	5.5.2	6.6.7	
6	耦合损耗	5.5.2	6.6.8	
7	电容	5.5.2	6.6.5	
8	平均特性阻抗	5.5.2	6.6.6	
9	绝缘同心度	5.2.4	6.2.1	
10	护套偏心度	5.4.4	6.4.2	
11	电缆长度标志误差	5.5.3	6.5.7	
注：序号 4、序号 7 项目进行测试记录，但不考核				

7.2.5 检验批的合格判定

按照表 14 和表 15 的规定，根据检验批的大小进行随机取样检验，每批至少 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。

7.2.6 不合格样本单位的处理

不合格样本经返修后，可重新单独提交检验。重新检验时应和新的检验批分开，重新检验项目应包含原不合格项目和其它有关项目。

7.3 型式检验

7.3.1 抽样方案

型式检验样本电缆应在出厂检验合格的电缆中随机抽取。型式检验样本大小为 1 个。

7.3.2 型式检验项目

型式检验项目见表16。

表16 型式检验项目、要求和试验方法

序 号	项 目	要 求	试验方法
1	光滑铜管内导体的抗张强度	5.1.2	6.1.2
2	光滑铜管内导体的断裂拉伸率	5.1.2	6.1.2
3	绝缘附着力	5.2.5	6.2.2
4	绝缘热收缩	5.2.6	6.2.3
5	护套的机械物理性能	5.4.5	6.4.3
6	低温下弯曲	5.5.1.1	6.5.1
7	高低温冲击	5.5.1.2	6.5.2
8	重复弯曲	5.5.1.3	6.5.3
9	阻燃电缆的阻燃性能	5.5.1.4	6.5.4
10	抗压性	5.5.1.5	6.5.5
11	环保性能	5.5.1.6	6.5.6

注：序号 11 在要求时进行检验

7.3.3 型式检验的周期

有下列情况之一时，一般应对电缆进行型式检验：

- a) 每隔一年至少进行一次；
- b) 当生产工艺或原材料有重大改变时；
- c) 停产半年以上又恢复生产时。

7.3.4 型式检验的合格判定

如果被抽取检验的样本在 7.3.2 规定的项目上均合格，则判定型式检验合格。当被抽取检验的样本单位有不合格项目时，允许重新抽取样本单位就不合格项重新试验。如果重新抽取的样本仍未能通过试验，则型式检验不合格。如果能通过试验，则型式检验合格。

7.3.5 型式检验后的处理

如果型式检验不合格，制造厂应根据不合格原因，予以纠正。在采取可接受的改进措施以前，应停止产品鉴定和验收。在采取改进措施之后，应重新抽样进行型式试验，但是，经主管部门决定或经交收双方商定，可减少测试部分已合格的试验项目。

8 包装、标志、运输和贮存

8.1 包装

成品电缆应采用成盘或成卷包装方式，对于较大直径电缆宜采用成盘包装的方式，对于较小直径电缆或长度较短的电缆或按合同要求，电缆也可采用成卷包装方式交货。成盘包装电缆应整齐地卷绕在电缆盘上，电缆盘应符合 JB/T 8137 的规定，电缆缠绕的最小直径应符合表 12 中“重复弯曲”试验的直径要求，电缆两端应密封并固定在电缆盘上。成卷包装时电缆盘绕的最小直径应符合表 12 中“重复弯曲”试验的直径要求。电缆两端应密封，并在均分的位置至少绕扎 3 处以保证运输、贮存过程中不散开，并采用具有足够强度的纸箱或其他包装箱包装交货。

每盘或每卷电缆应附有合格证书。合格证书应标明：制造厂名称（或商标）、电缆型号、长度、电缆编号和检验人员编号等。

8.2 标志

电缆包装盘（或包装箱）上应标明：制造厂名称（或其代号）、商标、电缆型号、长度、电缆编号和标识电缆盘正确滚动方向的箭头。

8.3 运输和贮存

电缆在运输、贮存过程中应注意以下事项：

- a) 保持端部密封，防止电缆受潮、浸水；
- b) 贮存在通风、干燥的地方；
- c) 防止高温，避免火星接近；
- d) 防止严重弯曲、挤压变形等机械损伤。

附录 A

(规范性附录)

纵向衰减测试方法

A.1 程序

采用架空敷设法进行测量。电缆应按图 A.1 所示敷设。将电缆悬挂在非金属支撑杆上，离地高度为 1.5m~2.0m。电缆长度至少为 10λ ，此处 λ 为电缆中测量频率的波长。

A.2 测量

测试系统如图 A.1 所示，调整信号发生器频率，使用频谱分析仪、网络分析仪或其他等效仪器记录输出的功率电平。如果信号源集成在测量设备中，可以用一段已知衰减的电缆，连接测量设备与被测电缆的远端（输出端，B 端）。信号从电缆的 A 端输入，记录 B 端的功率电平。

电缆的标称特性阻抗应与测量装置的标称特性阻抗相匹配。

A.3 计算

纵向衰减计算公式如式 (A.1) 所示：

$$\alpha = \frac{(N_e - N_s)}{L \times [1 + 0.002(T - 20)]} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

式中：

α —— 为 20℃ 时的纵向衰减，单位为 dB/100m（分贝每百米）；

N_e —— 电缆输入端的功率电平，单位为 dBW（分贝毫瓦）；

N_s —— 电缆输出端（终端）的功率电平，单位为 dBW（分贝毫瓦）；

L —— 电缆长度，单位为 m（米）；

T —— 环境温度，单位为 ℃（摄氏度）。

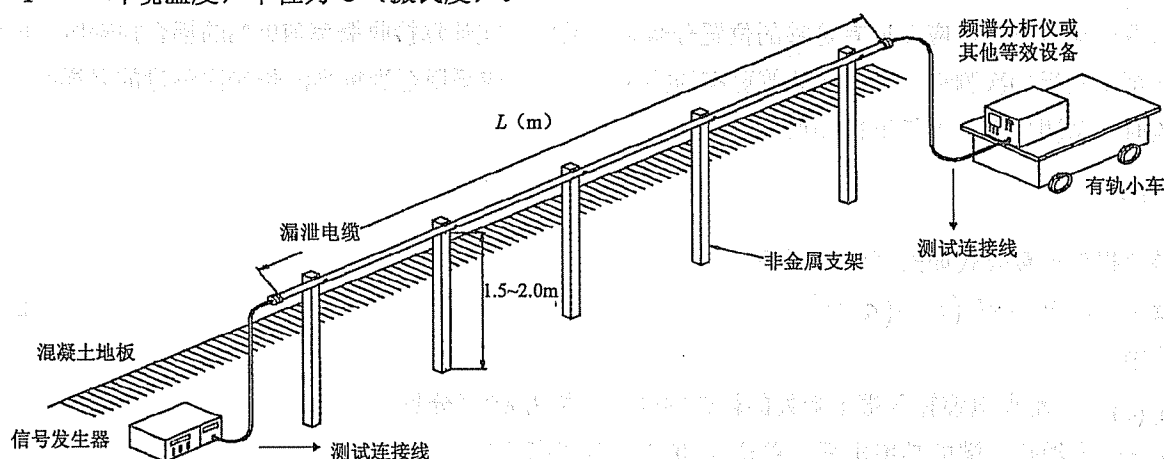


图 A.1 架空敷设法测量纵向衰减

附录 B

(规范性附录)

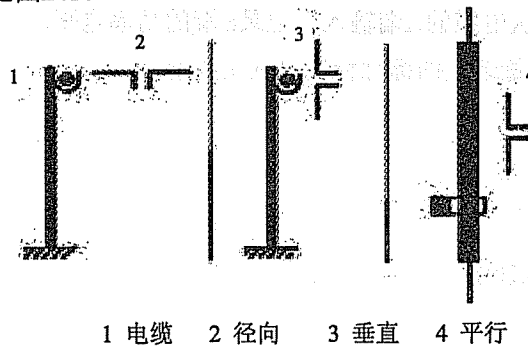
耦合损耗测试方法

B.1 程序

采用架空敷设法进行测量。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1.5m~2.0m。电缆长度至少为 10λ ，此处 λ 为电缆中测量频率的波长，但总长度应不小于50m。

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应约2m。应使用半波偶极子天线。除电缆和天线外，围绕电缆轴线和天线中心点，直径最小为2m的圆柱空间内不应存在金属物体。

半波偶极子天线的方向见图B.1。



图B.1 架空敷设法中的天线方向

B.2 测量

测试系统如图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。

使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A间相隔距离的函数。

为保证测量有效，应保证有足够的位置分辨率。因此，在计算接收概率值95%的耦合损耗时，应每半波长至少进行10次测量。当需要计算更高的接收概率时，应采用至少每半波长20次测量的采样率。仲裁试验时，总测量点数不低于1000点。

B.3 计算

耦合损耗计算公式如式 (B.1) 所示：

$$\alpha_c(z) = N_e - N_r(z) - (\alpha \times z) \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\alpha_c(z)$ ——距离电缆输入端 z 米处的耦合损耗，单位为 dB (分贝)；

N_e ——电缆输入端的功率电平，单位为 dBW (分贝毫瓦)；

N_r ——天线处的接收功率电平，单位为 dBW (分贝毫瓦)；

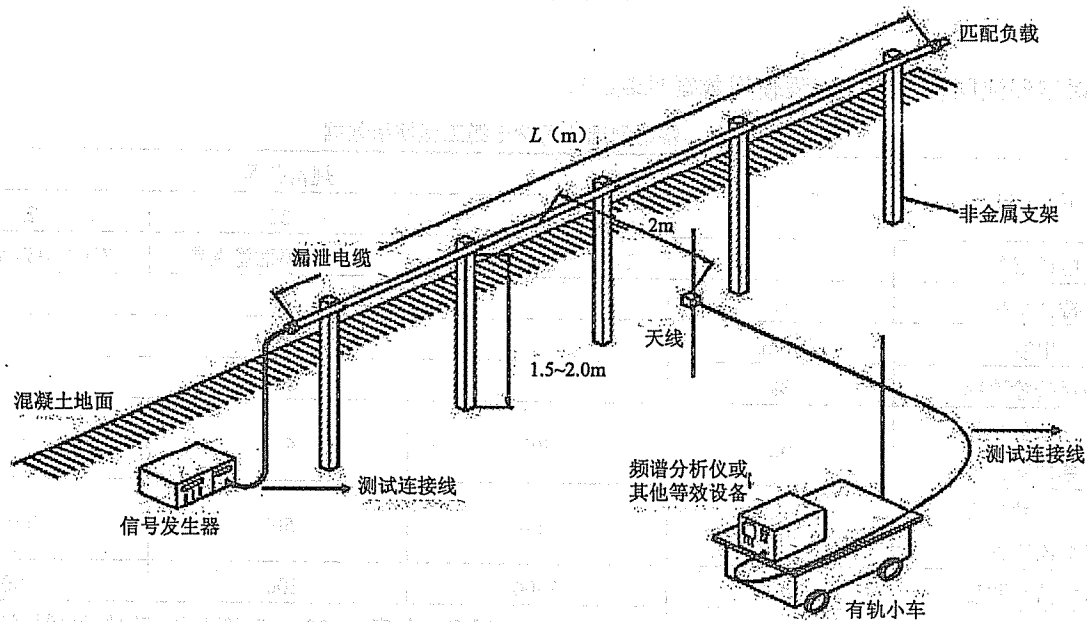
α ——纵向衰减，单位为 dB/100m (分贝每百米)；

z ——电缆输入端到天线的纵向距离，单位为 100m (百米)；

为避免端部的影响，在结果计算时应忽略电缆始端和末端5m以内的测量数据。

测得的耦合损耗可由以下两个典型数值来表征：

- α_{c50} （中位值）耦合损耗：指50%的接收概率，即50%测得的局部耦合损耗均小于该值。
- α_{c90} 耦合损耗：指95%的接收概率，即95%测得的局部耦合损耗均小于该值。



图B.2 架空敷设法测量耦合损耗

附录 C

(资料性附录)

工程使用数据

辐射型漏泄同轴电缆的工程使用数据见表C.1。

表C.1 辐射型漏泄同轴电缆工程使用数据

项 目	单 位	规格代号					
		42		32		22	
电缆俗称	—	1-5/8 " 辐射型漏缆		1-1/4 " 辐射型漏缆		7/8 " 辐射型漏缆	
特性阻抗	Ω	50					
电容	pF/m	76					
相对传输速率	%	88					
最小弯曲半径 (单次弯曲)	mm	500		400		250	
最小弯曲半径 (多次弯曲)	mm	700		500		300	
最大抗拉强度	N	2500		2000		1300	
使用贮存温度	℃	-40~+70(聚乙烯护套); -20~+70(低烟无卤阻燃聚烯烃护套)					
电缆参考重量	kg/m	普通	阻燃	普通	阻燃	普通	阻燃
		0.90	1.05	0.66	0.78	0.40	0.50

中 华 人 民 共 和 国
通 信 行 业 标 准

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 2491-2013

*

人民邮电出版社出版发行

北京市崇文区夕照寺街14号A座

邮政编码：100061

宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷

版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16

2013年5月第1版

印张：1.5

2013年5月北京第1次印刷

字数：39千字

15115 • 151

定价：20元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)67114922