

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1120—2001

通信电缆——物理发泡聚乙烯 绝缘漏泄同轴电缆

Telecommunication cable——Foamed polyethylene dielectric leaky coaxial cable

2001-04-24 发布

2001-07-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 引用标准 1

3 术语 2

4 产品分类 2

5 要求 3

6 试验方法 8

7 检验规则 12

8 包装、包装标志、产品合格证、运输和贮存 14

附录 A(提示的附录) 阻燃聚乙烯护套料 16

附录 B(提示的附录) 工程使用数据 17

前 言

本标准根据 GB/T 15285—1994《漏泄同轴电缆分规范》等相关标准及国外公司相关射频同轴电缆产品技术资料编写。

本标准的附录 A、附录 B 均为提示的附录。

本标准为首次制定的中华人民共和国通信行业标准。

本标准由信息产业部电信研究院提出并归口。

本标准起草单位：大唐电信科技股份有限公司光通信分公司

珠海汉胜工业有限公司

江苏亨通线缆有限公司

本标准主要起草人：程奇松 谢普 张晓勇 侯兰英 钱利荣

中华人民共和国通信行业标准

通信电缆——物理发泡聚乙烯
绝缘漏泄同轴电缆

Telecommunication cable——Foamed polyethylene dielectric
leaky coaxial cable

YD/T 1120—2001

1 范围

本标准规定了物理发泡聚乙烯绝缘漏泄同轴电缆(以下简称电缆)的产品分类、要求、试验方法、检验规则、产品标志、包装、运输和贮存等,该电缆的主要工作频率范围为 100~2500 MHz。

本标准规定的产品适用于无线移动通信、无线遥控、无线报警等系统无线电波不能直接传播或传播不良的隧道、坑道、地下铁道、地下建筑等特殊环境的有线部分,兼有信号传输线和发送、接收天线的双重功能。

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为本标准的条文。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/T 228—1987	金属拉伸试验方法
GB/T 1200—1988	镀锌钢绞线
GB/T 1527—1997	铜及铜合金拉制管
GB/T 2059—1989	纯铜带
GB/T 2828—1987	逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
GB/T 2829—1987	周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)
GB/T 2951—1997	电缆绝缘和护套材料通用试验方法
GB/T 2951.23—1994	电线电缆机械物理性能试验方法 弯曲试验
GB/T 2951.37—1994	电线电缆机械物理性能试验方法 氧化诱导期试验
GB/T 3048—1994	电线电缆电性能试验方法
GB/T 3953—1983	电工圆铜线
GB/T 4909—1985	裸电线试验方法
GB/T 6388—1988	运输包装收发货标志
GB/T 6397—1986	金属拉伸试验试样
GB 6995.3—1986	电线电缆识别标志 第 3 部分: 电线电缆识别标志
GB/T 8806—1988	塑料管材尺寸测量方法
GB/T 8815—1988	电线电缆用软聚氯乙烯塑料
GB/T 11327.1—1999	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套低频通信电缆电线 一般试验和测量方法
GB/T 12666—1990	电线电缆燃烧试验方法
GB/T 12792—1991	射频电缆阻抗不均匀性的测量方法

GB/T 14436—1993	工业产品保证文件 总则
GB/T 15065—1994	电线电缆用黑色聚乙烯塑料
GB/T 15285—1994	漏泄同轴电缆分规范
YD/T 837—1996	铜芯聚乙烯绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法
YD/T 897.1—1997	接入网用同轴电缆 第1部分：同轴用户电缆一般要求
SJ/T 11223—2000	铜包铝线
JB/T 8137—1995	电线电缆交货盘
IEC 61196-1: 1995	射频电缆 第一部分：总规范——总则、定义、要求和试验方法

3 术语

本标准采用下列定义。

3.1 漏泄同轴电缆（leaky coaxial cable）

漏泄同轴电缆是外导体不完全封闭的同轴电缆。沿电缆内部传输的信号中一部分可通过外导体上的孔隙耦合到该外导体和周围环境所构成的传输系统，或按与上述相反的方向进行耦合。

漏泄同轴电缆和移动电台之间的耦合量的大小取决于电缆的结构、电缆和移动电台天线之间的距离、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。

3.2 耦合损耗（coupling loss）

耦合损耗是表征漏泄电缆与外界环境之间相互耦合强度的特性参数，其定义如下：

$$L_c = 10 \lg \frac{P_l}{P_r}$$

(1)

式中： L_c ——耦合损耗，dB；
 P_l ——漏泄电缆内的传输功率，W；
 P_r ——标准偶极天线的接收功率，W。

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。型式代号按表1规定，规格代号按表2规定。

表1 型式代号中各个代号的含义

分类		内导体		护套		自承式		特性阻抗	
代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义
HL	漏泄	CA	铜包铝线	Y	聚乙烯护套	C	自承式	50	标称特性阻
	同轴	CT	光滑铜管	V	聚氯乙烯护套		电缆		抗为 50 Ω
	电缆	HT	螺旋形皱纹铜管	YZ	阻燃聚乙烯护套				
		略	实心铜线						

注：绝缘层和皱纹铜管外导体的型式代号省略。

表2 规格代号

规格代号 (对应英寸)	42 (1~5/8")	32 (1~1/4")	22 (7/8")	12 (1/2")	8 (3/8")	5 (1/4")
内导体标称直径(mm)	17.27	13.10	9.00	4.83	3.12	1.90
内导体材料	螺旋形皱纹铜管		光滑铜管		铜包铝线或铜线	
绝缘层标称外径(mm)	42	32	22	12	8	5

4.2 产品标记与示例

本产品标记由型式代号、规格代号和本标准号组成。

示例：光滑铜管内导体、绝缘层标称外径 32 mm、皱纹铜管外导体、聚氯乙烯外护套、自承式、特性阻抗为 50 Ω 的电缆标记为：

HLCTVC-50-32 YD/T XXX-XXXX。

4.3 结构示意图

电缆的结构示意图见图 1。

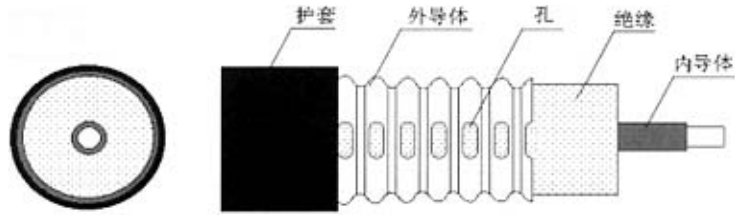


图 1 电缆的结构示意图

5 要求

5.1 内导体

5.1.1 内导体材料

内导体应由材质一致、无缺陷、完整的一根铜包铝线、铜线、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。内导体规格及所用材料见表 2。铜包铝线内导体应符合 SJ/T 11223 规定的软态铜包铝线的性能要求；铜线内导体应符合 GB/T 3953 规定的 TR 型软圆铜线的性能要求，铜管内导体应符合 GB/T 1527 的规定，螺旋形皱纹铜管内导体为铜带纵包成形、焊接成为圆铜管后，再经螺旋形轧纹等工艺制成。螺旋形皱纹铜管内导体所用铜带应符合 GB/T 2059 规定。

5.1.2 内导体形式和表面加工

内导体应由单根圆形截面铜包铝线、铜线、光滑铜管、螺旋形皱纹铜管四种材料之一构成。不允许成品电缆的内导体含有接头。内导体规格代号均由它的标称直径来表示，其尺寸见表 2。

光滑铜管内导体的结构尺寸和技术要求规定见表 3。

表 3 光滑铜管内导体的结构尺寸及要求

项 目	32	22
标称直径, mm	13.10	9.00
直径偏差, mm	± 0.10	± 0.10
管壁厚度, mm	0.66	0.66
管壁厚度偏差, mm	± 0.06	± 0.06
抗张强度, Mpa	205~260	205~260
椭圆度最大值, %	1.5	1.5

螺旋形皱纹铜管内导体的结构尺寸和技术要求规定见表 4。

表 4 螺旋形皱纹铜管内导体的结构尺寸要求

mm

规格代号	42
波峰标称外径	17.27
波峰外径偏差	±0.20
波谷标称外径	14.5
螺旋形皱纹标称节距	10.2
螺旋形皱纹节距偏差	±0.30
管壁标称厚度	0.40

5.2 绝缘

5.2.1 绝缘的组成

- 绝缘由聚乙烯内皮层、闭孔结构的泡沫聚乙烯层和聚乙烯外皮层同心、连续地挤包在内导体上的三层含有稳定剂的绝缘级聚乙烯组合材料构成；
- 绝缘也可以由聚乙烯内皮层和闭孔结构的泡沫聚乙烯层二层构成；
- 当电缆采用螺旋形内导体时，其绝缘也允许由一层闭孔结构的泡沫聚乙烯构成。

5.2.2 绝缘外观及完整性

绝缘应完整、连续，表面光滑、圆整、均匀、无缺陷，不允许修补。

5.2.3 绝缘材料

使用的泡沫绝缘材料应是一种聚乙烯树脂的掺合物，聚乙烯树脂掺合物所使用的低密度聚乙烯基础树脂、线性低密度聚乙烯基础树脂、高密度聚乙烯基础树脂，在添加成核剂之前，其性能应参照 YD/T 897.1—1997 中 4.2.2 的规定。内皮层和外皮层应采用能满足本标准规定的相关性能要求的线性低密度聚乙烯树脂或高密度聚乙烯树脂。

5.2.4 绝缘的同心度

按下式计算，任何一个绝缘截面上的绝缘同心度应不小于 94%。

$$\text{绝缘的同心度} = \left(1 - \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max} + T_{\min}}\right) \times 100\% \quad (2)$$

式中： T_{\max} —— 一个截面上的绝缘最大厚度，mm；

T_{\min} —— 与 T_{\max} 同一个截面上的绝缘最小厚度，mm。

5.2.5 绝缘剥离力

绝缘内皮层应既粘着在内导体上又粘着在绝缘泡沫层上，从内导体上剥离绝缘所要求的力应符合表 5 的要求。

表 5 剥离绝缘所要求的力

规格代号	42	32	22	12	8	5
剥离绝缘所要求的最小力，N	880	700	400	360	270	100

5.2.6 绝缘的收缩

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

5.2.7 绝缘的热氧化稳定性

绝缘试样老化前后的氧化诱导期(OIT)应符合下列要求：

- 老化前的氧化诱导期应不小于 30 min。

b) 老化后的氧化诱导期应不小于 21 min。

5.3 外导体

5.3.1 外导体材料

外导体应由材质一致、厚度均匀，表面光滑平整无缺陷的铜带制成，铜带性能应符合 GB/T 2059 的规定。

5.3.2 外导体形式和加工

外导体为铜带经纵包、成形、焊接后，轧制成环形铜管，并按适当的开孔行数及开孔间距在环形铜管的皱纹波峰上开孔制成。同一规格电缆外导体的皱纹间距、深度及成形应均匀一致。环纹皱纹的轧纹方向为右旋。外导体及其焊缝应连续、平滑、无焊穿和漏焊等缺陷。

5.3.3 外导体的结构尺寸

外导体的结构尺寸及偏差规定在表 6 中。

表 6 外导体的结构尺寸及偏差 mm

项 目	42	32	22	12	8	5
波峰外径	46.50	35.80	24.94	13.84	9.53	6.35
波峰外径偏差	±0.35	±0.30	±0.30	±0.25	±0.20	±0.15
波谷外径	41.40	31.70	21.59	11.53	7.70	4.72
皱纹节距	10.0	8.00	7.00	5.10	4.00	2.70
皱纹节距偏差	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.20	±0.20
管壁标称厚度	0.40	0.40	0.30	0.30	0.25	0.20

5.3.4 外导体的连续性

外导体应完整连续，在一个交货长度内不允许有接头。

5.4 护套

5.4.1 护套材料

护套应使用黑色聚乙烯或聚氯乙烯或阻燃聚乙烯护套料制成，黑色聚乙烯护套料性能应符合 GB/T 15065 的要求；聚氯乙烯护套料性能至少应符合 GB/T 8815 对型号为 HR-70 的要求。阻燃电缆所使用的无卤阻燃聚乙烯护套料的性能要求见本标准附录 A（提示的附录），并允许在外导体上绕包阻燃包带。成品电缆的耐燃烧性应符合本标准 6.6.7 的要求。

5.4.2 护套外观、完整性

电缆护套应光滑、圆整，并应无孔洞、裂缝、气泡和凹陷等缺陷，护套外观允许有与外导体的皱纹相一致的纹路。

电缆护套生产过程中应使用交流火花检查，应无击穿点。电火花电压值应符合表 8 的规定。

5.4.3 护套最小厚度和电缆最大外径

护套最小厚度、电缆最大外径应符合表 7 的规定。

表 7 护套最小厚度和电缆最大外径 mm

项 目	42	32	22	12	8	5
护套最小厚度	1.3	1.2	1.1	0.8	0.5	0.5
电缆最大外径	51.2	40.7	28.8	16.4	11.7	8.8

5.4.4 护套的偏心率

按(3)式计算,护套的偏心率应不大于43%。

$$\text{护套偏心率} = \frac{\text{护套最大厚度} - \text{护套最小厚度}}{\text{护套平均厚度}} \times 100\% \quad (3)$$

5.5 吊线

自承式电缆应在护套外侧加放吊线(加放吊线的电缆只限于绝缘层标称外径小于22的规格),吊线与缆芯应当分开、平行排列,使电缆横截面呈“8”字型结构。吊线护套材料应与缆芯护套材料相同。

5.5.1 吊线材料

吊线应为符合GB/T 1200规定的镀锌钢绞线,无扭力、结构为1×7、其最小拉断力应不小于16 kN,吊线的直径可按用户的要求。

5.5.2 结构尺寸

吊线护套的最小厚度应不小于0.9 mm,吊线护套与电缆护套间的吊带截面高为(3.0±0.5) mm,宽为(2.0±0.5) mm。吊带截面尺寸也可按用户要求。

5.5.3 分离吊线

从电缆同轴部分分离开电缆吊线部分所需撕裂力应不小于26.6 N也不大于88.9 N。

5.6 成品电缆的性能要求

5.6.1 机械物理性能与环境性能

5.6.1.1 冷弯曲

电缆的冷弯曲试验应按6.6.1规定进行。完成试验后,当用正常或校正视力检查时,试样的护套应无任何可见的开裂、裂纹或其它损伤。在进行视力检查之前,允许试样恢复至室温。

5.6.1.2 高低温冲击

电缆的高低温冲击试验应按6.6.2规定进行。完成试验后,电缆试样内导体轴向尺寸变化应不大于1.6 mm,绝缘层轴向尺寸变化应不大于3.2 mm;试样的护套和绝缘应无开裂、裂纹或其它损伤。

5.6.1.3 温度循环

电缆的温度循环试验应按6.6.3规定进行。完成试验后,当用正常或校正视力检查时,试样的护套和绝缘应无开裂、裂纹或其它损伤。试验后测试的“电压驻波比”应符合表8的要求。

5.6.1.4 重复弯曲

电缆的重复弯曲试验应按6.6.4规定进行。完成试验后,当用正常或校正视力检查时,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8的要求。

5.6.1.5 护套的纵向收缩

电缆护套的纵向收缩试验应按6.6.6规定进行。完成试验后,试样的纵向收缩量应不大于9.5 mm。

5.6.1.6 耐燃烧性

聚氯乙烯护套及无卤阻燃聚烯烃护套电缆的耐燃烧性应能通过GB/T 12666.2中规定的DZ-1法或GB/T 12666.5中规定的SZ-C法;发烟浓度应能通过GB/T 12666.7中规定的试验。

5.6.1.7 抗压性

对电缆的抗压性试验应按6.6.5的规定进行。试验后测试的“电压驻波比”应符合表8的要求。

5.6.2 电气性能

5.6.2.1 导体的连续性

电缆的内导体、外导体应分别沿电缆长度连续。

5.6.2.2 电缆的其它电气性能应符合表8的要求。

表 8 电气性能要求

序号	项 目		单位	频率 MHz	规格代号					
					42	32	22	12	8	5
1	内导体 直流电阻 20℃, max	铜包铝线	Ω/km					1.65	4.27	10.64
		铜线						1.04	2.68	6.69
		光滑铜管				0.69	1.09			
		螺旋皱纹铜管			0.88					
2	外导体直流电阻, 20℃, max		Ω/km		0.42	0.57	1.20	2.38	3.28	7.79
3	绝缘介电强度,d.c.,1 min		V		15000	10000	10000	6000	2500	2000
4	绝缘电阻, min		$M\Omega\cdot\text{km}$		5000					
5	护套火花试验,a.c., 有效值		V		10000	10000	8000	8000	5000	3000
6	电容		pF/km	0.001	76					80
7	特性阻抗		Ω	1000	50 ± 2					
8	衰减常数, 20℃, max		dB/100 m	150	0.8	1.3	1.8	3.3	4.9	8.9
				450	2.0	3.0	3.6	6.6	8.5	16.7
				900	2.7	4.3	5.3	9.5	12.1	23.3
				1800	4.4	5.6	7.6	13.1	17.4	31.8
				2400	5.6	6.9	9.2	15.7	—	—
9	耦合损耗 (50%) 距电缆 2 m 处测量值, max		dB	150	71	64	62	58	56	58
				450	80	75	72	63	61	62
				900	79	77	72	68	68	69
				1800	89	84	84	73	74	71
				2400	89	76	76	73	—	—
10	电压驻波比, max			100~180	1.30					
				260~480						
				880~900						
				1700~1860						
				2200~2500						
11	相对传输速度		%	30~200	88	88	88	88	88	78

注:

1 电容和相对传输速度仅作为电缆的工程使用数据,进行测试并提供给用户,但不作为考核项目。

2 表中电压驻波比,衰减常数,耦合损耗指标为暂定值。

3 电压驻波比——电缆应在合同规定的 1 个或 2 个“工作频段”内符合本表的要求。

5.6.3 标志

成品电缆护套上的标志应符合 GB 6995.3 规定。

5.6.3.1 成品电缆护套上应沿其长度方向间隔不大于 1 m 喷制制造厂名或其代号、电缆型号、制造年份。

5.6.3.2 成品电缆护套上应喷制以 m 为单位的长度标志；长度标志的间距为 1 m，误差应不大于 5%。

5.6.3.3 标志颜色为白色。

5.6.3.4 如果第一次喷制的标志不符合上述要求，允许在护套的另一侧用与第一次喷制时不同且容易辨认的颜色重新标志，但新的长度标志应从 5000 m 开始，以示区别。

5.6.4 封头

电缆的两端都应密封良好，以防潮气侵入，宜使用试管状塑料热缩封帽密封。

5.7 电缆制造长度

5.7.1 电缆标称制造长度为 100 m 的整数倍，长度偏差为 $\pm 5\%$ 。允许有短段电缆交货，其总数量应不超过交货总数量的 15%，短段电缆的最小长度为 50 m。

5.7.2 根据供需双方协议，可以任何长度的电缆交货。

6 试验方法

6.1 内导体的试验方法

6.1.1 内导体的尺寸

内导体的尺寸应按 GB/T 4909.2 进行测量。

6.1.2 内导体的抗张强度和断裂伸长率

内导体的抗张强度和断裂伸长率应按 GB/T 4909.3 进行试验。铜包铝线还应遵从以下规定：

- a) 原始标距长度为 250 mm；
- b) 拉伸速度应不大于 76 mm/min；
- c) 伸长率测量值小于本标准规定值，且断裂点出现在距夹具 25 mm 以内的试验无效。

6.1.3 内导体的直流电阻

内导体的直流电阻测量应按 GB/T 3048.2 进行。

6.1.4 铜包铝线内导体的其它试验项目和试验方法

铜包铝线内导体的其它试验项目和试验方法应按 SJ/T 11223 的规定。

6.1.5 铜线内导体的其它试验项目和试验方法

铜线内导体的其它试验项目和试验方法应按 GB/T 3953 的规定。

6.1.6 光滑铜管内导体的其它试验项目和试验方法

光滑铜管内导体的其它试验项目和试验方法除 6.1.6.1 外应按 GB/T 1527 的规定。

6.1.6.1 结构尺寸及偏差

- a) 外径——以分度 0.01 mm 的千分尺，在内导体上沿圆周均匀分布的 6 个位置进行测量，结果为测量各点的计算平均值。
- b) 管壁厚度——应按 GB/T 8806 进行测量。测量结果以读取的最小读数表示。
- c) 椭圆度——以分度为 0.01 mm 的千分尺在内导体圆周上的不同位置反复测量相互垂直的两个外径；当两个外径值的差值最大时，记录这两个外径值并按下式计算椭圆度。

$$\text{椭圆度} = 2(D1 - D2) / (D1 + D2) \times 100\% \quad (4)$$

式中：D1 —— 在铜管横截面上测得的最大外径值，mm；

D2 —— 在与 D1 同一横截面上测得的最小外径值，mm。

6.1.7 螺旋皱纹内导体的试验方法

从成品电缆上截取约 15 倍标称轧纹间距长的一段电缆并将其校直,以适当的方法去除电缆护套、外导体、绝缘并避免损伤内导体。制成试样后,结构尺寸的测量应按 6.3.2 的规定进行。其中,应选择管壁测厚仪或对其动触点、定触点进行适当的加工,使得管壁测厚仪的动杆前端为探针状,半球形动触点的半径不大于 0.25 mm;定触点圆片厚度为 0.5 mm~1 mm,其边缘的曲率半径不大于 0.25 mm。

6.2 绝缘的试验方法

6.2.1 绝缘的同心度

绝缘的同心度应按 GB/T 2951.2 测量,并按 5.2.3 计算。

6.2.2 剥离绝缘所要求的力

剥离绝缘所要求的力应按 GB/T 11327.1—1999 中 5.4.2 规定方法试验。

6.2.3 绝缘收缩

绝缘收缩试验应按 GB/T 2951.3—1997 第 10 章规定进行。截取 200 mm 长的绝缘导体,在中间部分标出 150 mm 长的绝缘,将标记线外绝缘除去。这样制取的试样应放在循环通风烘箱里,在 $115\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下保持 4 h,然后冷却至室温。

6.2.4 绝缘的热氧化稳定性——氧化诱导期

氧化诱导期试验应按 GB/T 2951.37 进行。但应遵从以下规定:

- 老化前后氧化诱导期试验的试样取自同一根成品电缆,且相邻截取;
- 老化前的氧化诱导期试验,从成品电缆上截取约 900 mm 长的绝缘导体,在其两端和中间部分分别取下大约相同重量的绝缘试样(不含内导体粘结层和外皮层),制出 3 个绝缘试样。3 个试样分别放在去油脂的铝盘里用于氧化诱导期试验,试验前试样不需进行预处理;
- 老化后的氧化诱导期试验,从与老化前氧化诱导期试样相邻的电缆上截取 100 mm 长的电缆试样。在氧化诱导期试验前,用于老化后氧化诱导期试验的约 100 mm 长试样应放在循环通风的烘箱里,在 $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下保持 14 d 进行烘箱老化。老化后在其上面削取泡沫绝缘试样(不含内导体粘结层和外皮层),该试样应放在去除油脂的铝盘里进行氧化诱导期试验;
- 老化前后氧化诱导期试验均在 $190\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行;
- 试验前应使用高纯铂校准差动或示差热分析仪的温度刻度,以 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温至高纯铂的熔点 $156.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.3 外导体的试验方法

6.3.1 外导体的机械性能

外导体的拉伸强度和断裂伸长率应按 GB/T 6397 制作试样,按 GB/T 228 规定进行测量。

6.3.2 外导体的结构尺寸

从成品电缆上截取约 15 倍标称轧纹节距长的一段电缆并将其校直,以适当的方法去除电缆护套并避免损伤外导体。制成试样后,结构尺寸的测量按以下规定进行:

- 管壁厚度——应按 GB/T 8806 的规定进行测量,测量结果以读取的最小读数表示。其中,应选择管壁测厚仪或对其动触点、定触点进行适当的加工,使得管壁测厚仪的动杆前端为探针状,半球形动触点的半径不大于 0.25 mm;定触点圆片厚度为 0.5 mm~1 mm,其边缘的曲率半径不大于 0.25 mm。
- 波峰外径——以分度 0.01 mm 的游标卡尺在外导体皱纹的波峰上,在沿圆周大约均匀分布的 4 个位置进行测量。测量时应以游标卡尺对外导体皱纹波峰外径的最大点进行测量。
- 环形皱纹外导体的波谷外径——以分度 0.01 mm 的游标卡尺在外导体皱纹的波谷上,在沿圆周大约均匀分布的 4 个位置进行测量。测量时应以游标卡尺对外导体皱纹波谷外径的最小点进行测量。
- 螺旋皱纹外导体波谷外径——用适当的不伸缩材料制成的细线,沿外导体皱纹的波谷缠绕至少 6 个皱纹节距,将细线适当拉紧并在细线上作出两点标记。此两点标记应在一条电缆轴线的平

行线与细线的交叉点作出, 标记点间应包含至少 5 个皱纹节距。测量细线拉直后两点标记间的长度并按下式计算波谷外径。应在试样的两端分别进行波谷外径的测量。

$$\text{波谷外径} = \sqrt{(L/n)^2 - P^2} / \pi - \Delta \quad (5)$$

式中: L ——标记间的测量细线拉直后的长度, mm;

n ——标记间的节距数;

P ——实测皱纹节距平均值, mm。

Δ ——测量细线的直径, mm。

6.4 电缆护套的试验方法

6.4.1 护套外观、完整性

护套外观应使用正常或校正视力检查。完整性应按 YD/T 837.4—1996 中 4.5 规定进行。

6.4.2 护套最小厚度、最大外径和偏心度

护套的最小厚度、最大外径应按 GB/T 2951.1 规定进行。偏心度按 5.4.3 计算。

6.5 吊线的试验方法

6.5.1 结构尺寸

吊线护套的最小厚度和吊线截面尺寸应按 GB/T 2951.1 规定进行。

6.5.2 吊线的最小拉断力

吊线的最小拉断力应按 YD/T 837.3—1996 中 4.14 规定进行。

6.5.3 分离吊线所需的撕裂力

分离吊线所需的撕裂力应按 GB/T 2951.34 规定进行, 试样长度为 200 mm, 吊线中间的切口长度为 120 mm, 缆芯和吊线取出。

6.6 成品电缆的机械物理性能和环境性能试验方法

6.6.1 冷弯曲

成品电缆的冷弯曲试验应按 GB/T 2951.23 规定进行。将电缆试样放入低温试验箱内, 在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下放置 48h 进行低温处理。然后取出试样, 在 30 s 内进行一次弯曲。冷弯曲试验用芯轴直径应符合表 9 的规定。

6.6.2 高低温冲击

6.6.2.1 取一段约 300 mm 长的电缆制备试样。试样两端各暴露约 25 mm 长的内导体和约 25 mm 长的绝缘层。应垂直于电缆试样的纵向轴线整齐地切除电缆的护套、外导体、绝缘层(应使用刀片或其等效工具切除绝缘层)。

6.6.2.2 试验开始前, 应以分度 0.01 mm 的游标卡尺测量并记录试样两端露出的内导体和绝缘层的轴向长度。在整个试验期间内, 应将试样放在适当的网屏上以便于试验操作。

6.6.2.3 将放有试样的网屏放置在温度为 $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的空气循环烘箱内至少保持 4 h。然后将试样从烘箱中取出, 并在 2 min 内放入温度为 $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的试验冷冻箱内至少保持 4 h, 随后取出试样并使其达到室温。

6.6.2.4 在试验结束时, 以分度 0.01 mm 的游标卡尺测量并记录试样两端内导体和绝缘层的轴向长度。

6.6.2.5 高低温冲击试验和测量应再重复 3 次(共 4 次), 分别记录试样内导体轴向尺寸变化的最大值和绝缘层轴向尺寸变化的最大值。

6.6.3 温度循环

a) 试样长度——电缆试样的长度应足以缠绕芯轴一整圈(360°)。缠绕电缆的芯轴直径应符合表 9 的规定。

- b) 试验前的“电压驻波比”测试——在进行试验前，按 6.7.10 规定的方法测试其在表 8 规定的所
有“工作频段”内的“电压驻波比”。测试结果至少在 2 个“工作频段”内符合相对应的要求。
记录所有“电压驻波比”符合要求的“工作频段”。
- c) 温度循环试验——将电缆试样安装好连接器后，缠绕在规定直径的芯轴上并以适当方法固定好。
将缠好电缆的芯轴放入循环通风试验箱内并经受表 10 规定的温度循环试验。
- d) 试验后的“电压驻波比”测试——在温度循环试验结束后，按 6.7.10 规定的方法测试电缆试样
在进行 b) 条规定的测试后记录的“工作频段”内的“电压驻波比”。

表 9 有关试验弯曲芯轴直径要求 mm

试验项目	42	32	22	12	8	5
冷弯曲	1020	760	500	250	200	50
温度循环	600	400	240	140	100	50
重复弯曲	1020	760	500	250	200	50

表 10 温度循环要求

温度循环步骤	温度，℃	时间，h	循环次数
1	80±2	最少 48	10
2	25±2	最少 48	10

6.6.4 重复弯曲

进行重复弯曲试验的电缆试样长度应足以绕规定直径的芯轴 3 整圈，弯曲电缆的芯轴直径应符合表 9 的规定。将电缆试样的一端固定在芯轴圆周上、圆周角约 45°的两点上。将电缆试样绕芯轴转绕不小于一整圈，解开电缆，拉其自由端将其拉直。应以 1 r/min~5 r/min 的速度进行试样的卷绕和解绕，共作 15 次。在卷绕和解绕过程中，电缆试样的弯曲部分应始终贴在芯轴的表面上。

在试验进行前、结束后，应分别按 6.6.3 中 b) 条、d) 条的规定测试电缆试样的“电压驻波比”。

6.6.5 抗压性

成品电缆的抗压性试验按照 IEC 61196-1 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 2 mm。
- b) 对于各种规格的电缆试样，试验时应加载的总负荷按表 11 的规定。
- c) 试验时，负荷加载持续时间应为 20 min。
- d) 在试验进行前、结束后，应分别按 6.6.3 中 b) 条、d) 条的规定测试电缆试样的“电压驻波比”。

表 11 抗压性试验加载总负荷要求

电缆规格代号	42	32	22	12	8	5
加载总负荷，kg	162	144	84	120	120	108

6.6.6 护套的纵向收缩

电缆的护套的纵向收缩试验应按 YD/T 837.3—1996 中 4.12 规定。

6.6.7 耐燃烧性

成品电缆的耐燃烧性试验应按 GB/T 12666 规定进行。

6.6.8 电缆长度标志误差

成品电缆长度标志误差应按 YD/T 837.5—1996 中 4.4 规定进行测试。

6.7 电缆电气性能试验方法

6.7.1 导体的连续性

成品电缆导体的连续性应按 YD/T 837.2—1996 中 4.9 规定进行试验。

6.7.2 内、外导体的直流电阻

成品电缆内、外导体的直流电阻应按 IEC 61196-1 的规定进行测试。铜包铝导体的直流电阻温度换算系数为 $0.00405/^{\circ}\text{C}$ ；铜导体的直流电阻温度换算系数为 $0.00393/^{\circ}\text{C}$ 。

6.7.3 绝缘介电强度

成品电缆的绝缘介电强度应按 IEC 61196-1 的规定进行试验，并采用以下细则：

- a) 应将电压加到电缆的内导体上，外导体接地；
- b) 试验电压应符合 4.5.2.3 的规定。

6.7.4 绝缘电阻

成品电缆的绝缘电阻应按 IEC 61196-1 的规定进行测试，并采用以下细则：

- a) 应将电压加到电缆的内导体上，外导体接地；
- b) 测试电压应不低于 200V。

6.7.5 护套火花试验

电缆护套在生产过程中应使用交流火花检验，检验应符合 IEC 61196-1 的规定，火花交流电压值应符合表 8 的规定。

6.7.6 电容

成品电缆的标称电容应按 IEC 61196-1 规定进行测试。

6.7.7 特性阻抗

成品电缆的特性阻抗应按 IEC 61196-1 规定进行测试，或使用等效方法(例如装有反射测试器的网络分析仪)进行测量。测试频率一般选择在 1000 MHz 左右。

6.7.8 衰减常数

成品电缆的衰减常数应按 IEC 61196-1 规定方法进行测试，或使用等效方法(如网络分析仪)进行测试。测试应在 20°C 下进行或使用本标准的各方可自行测试得到温度换算系数，以求出 20°C 的值。

6.7.9 耦合损耗

电缆的耦合损耗应按 GB/T 15285 附录 B 规定进行测试。

6.7.10 电压驻波比

成品电缆的电压驻波比应按 GB/T 12792 中频域法的规定进行测量，或使用等效方法，例如网络分析仪进行测量。测试应按表 8 规定的频带分段测量。

6.7.11 相对传输速度

成品电缆的相对传输速度应按 IEC 61196-1 规定进行测试。

7 检验规则

7.1 总则

成品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。检验分出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

出厂检验按检验项目分为 100%检验和抽样检验。

7.2.1 100%检验

出厂检验的 100%检验项目、要求和试验方法见表 12。

表 12 100%检验项目、要求和试验方法

序号	项目名称	要求	试验方法
1	内导体的标称直径及偏差	5.1.1	6.1.1
2	绝缘的完整性	5.2.7	正常视力
3	外导体的结构尺寸及偏差	5.3.3	6.3.2
4	护套外观、完整性	5.4.3	6.4.1
5	护套的最小厚度、电缆最大外径和偏心率	5.4.4	6.4.2
6	导体的连续性	5.6.2.1	6.7.1
7	绝缘介电强度	表 8 序号 3	6.7.3
8	绝缘电阻	表 8 序号 4	6.7.4

7.2.2 抽样检验

出厂检验的抽样检验应按 GB/T 2828 规定进行，并遵从以下两条规定：

- a) 单位产品——每一条制造长度电缆或每一包装(一卷或一盘)电缆；
- b) 批量——在同一段时间内，用相同原材料、相同工艺制作的同型式代号单位产品组成一个批量，或一次交货量中相同型式代号的单位产品作为一个批量。

抽样检验的项目、要求、试验方法和抽样方案见表 13。

表 13 抽样检验的项目、要求、试验方法和抽样方案

序号	项目名称	要求	试验方法	抽样方案
1	内导体的抗张强度和断裂伸长率	5.1.1	6.1.2	正常检查、 一次抽样、 一般检查 水平II、 合格质量水平 (AQL) 4.0
2	导体直流电阻	表 8 序号 1、2	6.7.2	
3	绝缘同心度	5.2.4	6.2.1	
4	电容	表 8 序号 6	6.7.6	
5	相对传输速度	表 8 序号 11	6.7.11	
6	特性阻抗	表 8 序号 7	6.7.7	
7	衰减常数	表 8 序号 8	6.7.8	
8	电压驻波比	表 8 序号 10	6.7.10	
9	耦合损耗	表 8 序号 9	6.7.8	

7.2.3 出厂检查批的合格与不合格

若出厂检查批符合表 12 和表 13 的规定，则称该批出厂检查合格；若出厂检查批不符合表 12 和表 13 的规定，则判该批出厂检查不合格。

7.2.4 出厂检验后的处理

若出厂检验不合格，应将整批产品按不合格项目进行 100%检验，剔除不合格品后，可再次提交重验，重验应采用加严检查，加严检查方案为：加严检查、一次抽样、一般检查水平II、合格质量水平 4.0。若重验仍不合格，则允许整批退货。

7.3 型式检验

7.3.1 总则

型式检验应按 GB/T 2829 规定进行。在没有特殊要求的情况下，应采用判别水平Ⅲ、样本大小 3、不合格质量水平(RQL)65、判定数组[0 1]。

7.3.2 型式检验项目

型式检验项目包括表 12、表 13 和表 14 的全部项目。

表 14 型式检验部分项目

序号	项目名称	要求	试验方法
1	剥离绝缘所用的力	5.2.4	6.2.2
2	绝缘的收缩	5.2.5	6.2.3
3	绝缘的热氧化稳定性	5.2.6	6.2.4
4	高低温冲击	5.6.1.2	6.6.2
5	温度循环	5.6.1.3	6.6.3
6	重复弯曲	5.6.1.4	6.6.4
7	电缆的冷弯曲	5.6.1.1	6.6.1
8	护套的纵向收缩	5.6.1.5	6.6.6
9	耐燃烧性	5.6.1.6	6.6.7
10	抗压性	5.6.1.7	6.6.5

7.3.3 型式检验的周期

- 型式检验应每年至少进行一次；
- 主要生产工艺或原材料有重大改变时，应进行型式检验；
- 上级质量监督部门提出型式检验时，应进行型式检验；
- 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；
- 主管质量机构提出进行型式检验的要求时；
- 大批量产品的买方要求在验收中进行型式检验时。

7.3.4 型式检验的合格与不合格

若本标准 7.3.2 规定的项目均合格，则称型式检验合格，否则就认为型式检验不合格。

7.3.5 型式检验后的处理

当型式检验不合格时，制造厂应立即停止生产，同时分析原因、采取措施，消除不合格原因，直至新的型式检验合格后，才能恢复生产。

8 包装、包装标志、产品合格证、运输和贮存

8.1 包装、包装标志

8.1.1 包装

成品电缆可成圈包装，也可成盘包装。成圈包装电缆的内圈直径应不小于电缆外径的 20 倍。每圈产品应盘绕整齐，外部用包带包绕防护，或用适当尺寸和强度的纸箱包装，成圈中间应有支撑物。成盘包装电缆应整齐地绕在电缆盘上，电缆盘应符合 JB/T 8137 的规定，电缆盘筒体直径应不小于电缆外径的 20 倍。电缆端头必须密封良好，伸出电缆盘外的端头应固定住，并加适当的保护。

8.1.2 包装标志

电缆包装标志应符合 GB/T 6388 规定。主要应包括以下内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 产品标记及商标；
- c) 生产盘号；
- d) 生产日期；
- e) 长度，m；
- f) 毛重，kg；
- g) 表示电缆正确旋转方向的箭头(喷制在电缆盘侧板上)。

对于成盘包装的电缆，包装标志应制成铭牌钉在电缆盘侧板上；对于成圈包装的电缆，包装标志应制成标签挂在外包装上。

8.2 产品合格证

产品合格证应按 GB/T 14436 规定编制，主要应包括以下内容：

- a) 制造厂名称、详细地址、邮政编码、电话和传真号码；
- b) 产品型号、盘号、生产日期、生产许可证(若有)、产品标准号；
- c) 出厂检验项目及结果、检验结论；
- d) 产品检验日期、出厂日期、检验员签名(或检验员代号图章)。

产品合格证应防潮包好，放在成盘包装里或成圈包装里。

8.3 运输和贮存

运输和贮存中应注意以下事项：

- a) 防止水份进入；
- b) 防止高温，避免日晒及接近热源；
- c) 防止挤压；
- d) 防止任何机械损伤。

附录 A
(提示的附录)
阻燃聚乙烯护套料

A1 范围

本附录适用于阻燃电缆护套用阻燃聚乙烯护套料。

A2 要求

阻燃聚乙烯的主要性能要求见表 A1。

表 A1 阻燃聚乙烯护套料的主要性能要求

序号	项 目		单位	要 求
1	抗张强度	中值, min	MPa	10
		老化前, min	MPa	10
		100℃, 7d, 老化后抗张强度		
		变化率 Δ TSI , max	%	20
2	断裂伸长率	中值, min	%	150
		老化前, min	%	125
		100℃, 7d, 老化后断裂伸长率		
		变化率 Δ TSI , max	%	30
3	高温压力变形率, 100 ℃, 1 kg, max		%	20
4	低温脆化温度(−15 ℃)			
	失效数		个	0/10
5	体积电阻率, min		Ω · m	1×10^{12}
6	氧指数, min		%	35
7	PH 值, min		—	4.3
	导电率, max		μ S/mm	10
8	毒性指数, max		—	3
9	烟密度		—	正在考虑中

附录 B
(提示的附录)
工程使用数据

B1 电缆的工程使用数据见表 B1。

表 B1 工程使用数据

项 目	单 位	规 格 代 号					
		42	32	22	12	8	5
特性阻抗	Ω	50	50	50	50	50	50
电 容	pF/m	76	76	76	76	75.5	79.5
相对传输速度	%	88	88	88	88	88	84
最小弯曲半径 (单次弯曲)	mm	600	400	240	140	100	50
最小弯曲半径 (多次弯曲)	mm	1020	760	500	250	200	50
电缆耐弯曲 最少次数	次	15					
最大承受张力	N	1300	1500	900	450	220	100
使用贮存温度	$^{\circ}\text{C}$	-40~+70 (聚乙烯护套); -25~+70 (聚烯烃阻燃护套)					
电缆重量	kg/100 m	146	96	55	23	12	7

B2 平均功率——频率曲线见图 B1。

平均功率计算的条件为:

- a) 内导体温度: 100 $^{\circ}\text{C}$
- b) 环境温度: 40 $^{\circ}\text{C}$
- c) 电压驻波比 (VSWR): 1.0
- d) 调制系数: 0

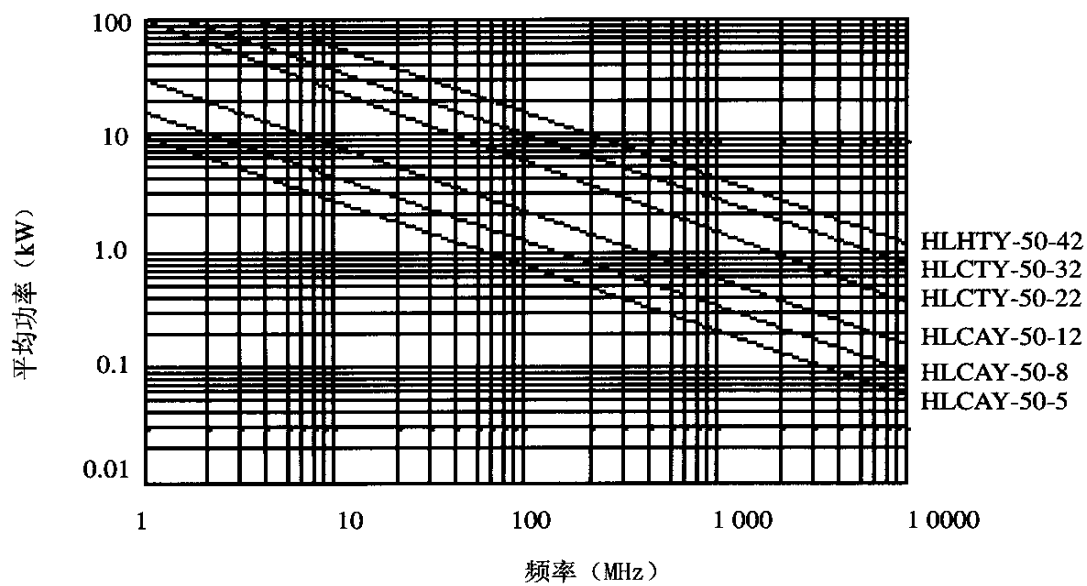


图 B1 平均功率—频率曲线