

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1092-2004

代替 YD/T 1092-2000

通信电缆——无线通信用 50Ω 泡沫 聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆

Telecommunication cable——Foamed polyethylene
dielectric, Corrugated copper-tube outer conductor, 50
Ohm radio frequency coaxial cable, For wireless communications

2004-09-10 发布

2005-03-01 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 规范性引用文件	1
3 产品分类	1
4 要求	2
5 试验方法	6
6 检验规则	11
7 标志、包装、运输和贮存	13
附录 A (资料性附录) 工程使用数据	14
附录 B (资料性附录) 常用电缆型号拼写说明	15

前 言

本标准与美国军用标准 MIL-C-28830 (1994) “CABLE, RADIO FREQUENCY, COAXIAL, SEMI-RIGID, CORRUGATED OUTER CONDUCTOR, GENERAL SPECIFICATION” 一致程度为非等效。在制定本标准电缆产品的要求时还参考了国际上同类电缆产品制造公司的产品标准、产品资料及其它相关资料。

本标准代替 YD/T 1092-2000 《无线通信用 50Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆》。

本标准与 YD/T 1092-2000 相比主要变化如下：

- 1) 增加了规格代号为 6、7、17、21 及 23 的产品。
- 2) 根据用户要求，适当提高了部分规格的衰减、电压驻波比、平均特性阻抗的技术要求。
- 3) 根据实际情况，调整了部分电压驻波比频带范围。
- 4) 对电缆内外导体结构尺寸进行了适当圆整。
- 5) 根据实际情况，对绝缘附着力重新进行了规定。
- 6) 对规范性引用文件进行了调整。
- 7) 删除了不合格品的分类处理。

本标准附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国普天信息产业集团公司

本标准参加起草单位：成都普天电缆股份有限公司

成都中菱无线通信电缆有限公司

本标准主要起草人：代 康 李保安 范先念 刘湘荣 戴晓怡 江 成

本标准于 2000 年首次发布，本次为第一次修订。

通信电缆——无线通信用 50Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆

1 范围

本标准规定了无线通信用 50Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和产品标志、包装等要求。

本标准适用于连接无线通信设备至天线以及射频电子设备之间的工作频率范围主要在 100~3 000MHz 之间的无线通信用 50Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆。

2 规范性引用文件

下列标准中的条款通过本标准引用而成为本标准的条款。凡是注明年份的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修改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使用这些标准的最新版本。凡未标注年份的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2059-1989	纯铜带
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 2951.1-10-1997	电缆绝缘和护套材料通用试验方法
GB/T 3953-1983	电工圆铜线
GB/T 4909-1985	裸电线试验方法
GB 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 11327.1-1999	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套低频通信电缆 一般试验和测量方法
GB/T 18380-2001	电缆在火焰条件下燃烧试验
GB/T 15065-1994	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
GB/T 8806-1988	塑料管材尺寸测量方法
YD/T 322-1996	铜芯聚乙烯绝缘铝塑综合护套市内通信电缆
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 886-1997	无卤阻燃成端电缆
YD/T 1113-2001	光缆护套用低烟无卤阻燃材料特性
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 8137-1999	电线电缆交货盘

3 产品分类

3.1 电缆型号

电缆型号由型式代号与规格代号组成。型式代号按表 1 规定，规格代号按表 2 规定。

表 1 型式代号中各代号的含义

分 类		内 导 体		绝 缘		外 导 体		护 套		特 性 阻 抗	
代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义
H	通 信 电 缆	CA*	铜包铝	省略	泡 沫 聚 乙 烯 绝 缘	H	螺 旋 形 皱 纹 铜 管	Y	聚 乙 烯 护 套	50	标 称 特 性 阻 抗 为 50Ω
		CT	光 滑 铜 管			A	环 形 皱 纹 铜 管	YZ	无 卤 阻 燃 聚 烯 烃 护 套		
		HT	螺 旋 形 皱 纹 铜 管								
注：当内导体采用实心铜线代替铜包铝线时，应在型式代号中省略内导体代号											

表 2 规格代号

单位：mm

规格代号	5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42
内导体标称外径	1.90	2.60	2.60	3.10	3.55	4.80	7.00	9.40	9.00	9.45	13.10	17.30
绝缘层标称外径	5	6	7	8	9	12	17	22	22	23	32	42

3.2 产品标记

产品标记由电缆型号和本标准号组成。

示例：螺纹内导体标称外径为 9.40mm、泡沫聚乙烯绝缘层的标称外径为 22mm、外导体为环形皱纹铜管、护套为聚乙烯护套、标称特性阻抗为 50Ω 的射频同轴电缆标记为：

HHTAY-50-21 YD/T 1092-2004

4 要求

4.1 电缆结构

环形皱纹铜管外导体电缆的结构示意图如图 1 所示；螺旋形皱纹铜管外导体电缆的结构示意图如图 2 所示。

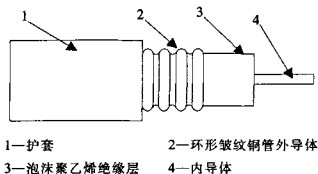


图 1 环形皱纹铜管外导体电缆结构示意图

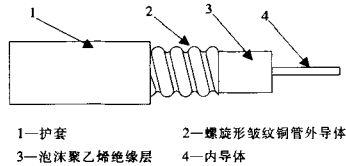


图2 螺旋形皱纹铜管外导体电缆结构示意图

4.2 内导体

内导体分为3种类型:

- 1) 铜包铝线(或实心铜线);
- 2) 光滑铜管;
- 3) 螺旋形皱纹铜管。

本标准中各规格代号电缆产品所要求的内导体外径、种类应符合表3的规定。

表3 各规格代号电缆产品内导体外径及种类

单位: mm

规格代号	5	6	7	8	9	12	17	22	23	32	21	42
内导体标称外径	1.90	2.60	2.60	3.10	3.55	4.80	7.00	9.00	9.45	13.10	9.40	17.30
内导体种类	铜包铝线(或实心铜线)			铜包铝线			光滑铜管			螺旋形皱纹铜管		

4.2.1 铜包铝线(或实心铜线)内导体

铜包铝线内导体应为符合 SJ/T 11223-2000 规定的 CCA-10A 型或 CCA-15A 型铜包铝线。采用实心铜线时,实心铜线内导体应为符合 GB/T 3953-1983 规定的 TR 型软圆铜线。

4.2.2 光滑铜管内导体

光滑铜管内导体应为软态连续圆整纯铜管,导电率应满足本标准对内导体直流电阻和电缆衰减的规定及其它相关要求。

电缆中的光滑铜管内导体的结构尺寸及要求见表4的规定。

表4 光滑铜管内导体的结构尺寸及技术要求

规格代号	单位	17	22	23	32	
铜管外径	mm	7.00±0.08	9.00±0.10	9.45±0.10	13.10±0.15	
管壁厚度	mm	0.50±0.06	0.64±0.06	0.50±0.06	0.66±0.06	
最小抗拉强度	MPa	200				
最小断裂伸长率	%	30				
最大椭圆度	%	1.5		2.0	3.0	
外观	—	铜管外观应光亮,无氧化、变形、碰伤等目力可见的缺陷				

4.2.3 螺旋形皱纹铜管内导体

螺旋形皱纹铜管内导体所用铜带性能应满足 GB/T 2059-1989 的规定,其导电率应满足本标准对内导体直流电阻和电缆衰减常数的规定及其它相关要求。

电缆的螺旋形皱纹铜管内导体焊缝应连续、平滑、无针孔等缺陷；其结构尺寸应符合表 5 的规定。

表 5 螺旋形皱纹铜管内导体的结构尺寸要求

单位：mm

规格代号	21	42
波峰标称外径	9.40	17.30
波峰外径偏差	±0.20	±0.30
波谷标称外径	7.30	14.50
螺旋形皱纹标称节距	7.60	10.20
螺旋形皱纹节距偏差	±0.30	±0.30
管壁最小厚度	0.21	0.32

4.3 绝缘

电缆的绝缘层应为连续地同心挤包在内导体上的泡沫聚乙烯绝缘层，其材料应是含有稳定剂的绝缘级聚乙烯。

4.3.1 泡沫聚乙烯绝缘层结构

泡沫聚乙烯绝缘层应为以下三种结构中的一种：

- 1) 双层绝缘——内导体粘结层/闭孔结构泡沫聚乙烯。
- 2) 三层绝缘——内导体粘结层/闭孔结构泡沫聚乙烯/聚乙烯外皮层。
- 3) 当电缆采用螺旋形皱纹内导体时，允许绝缘只由闭孔结构的泡沫聚乙烯构成。

当采用双层绝缘或三层绝缘时，内导体粘结层应既粘着在内导体上又粘着在泡沫聚乙烯绝缘层上；聚乙烯外皮层应粘着在泡沫聚乙烯绝缘层上。

4.3.2 泡沫聚乙烯绝缘层要求

泡沫聚乙烯绝缘层应满足以下要求：

- 1) 绝缘附着力：绝缘层应易于从内导体上剥离，但其附着力应不小于 98N。
- 2) 绝缘热收缩：绝缘的总收缩量应不超过 6.4mm。
- 3) 绝缘的热氧化稳定性：绝缘试样老化前的氧化诱导期（OIT）应不小于 30min，老化后的氧化诱导期应不小于 21min。

4.3.3 材料

聚乙烯绝缘料应满足生产工艺要求及本标准规定的相关性能要求，其性能应符合 YD/T 897.1-1996 中 4.2.2 的规定。

4.3.3.1 内导体粘结层材料

内导体粘结层材料应为聚烯烃绝缘料，允许在其中添加少量适当材料以改善内导体粘结层与内导体之间的粘结性能。

4.3.3.2 泡沫绝缘材料

泡沫绝缘材料应是一种聚乙烯绝缘料的掺合物。聚乙烯绝缘料掺合物可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。

4.3.3.3 聚乙烯外皮层材料

聚乙烯外皮层材料应为高密度聚乙烯绝缘料。

4.4 外导体

电缆外导体由环形皱纹铜管或螺旋形皱纹铜管构成。螺旋形皱纹铜管的螺纹方向应为向右。

4.4.1 电缆外导体类型及结构尺寸

电缆外导体类型及结构尺寸应符合表 6 的规定。

表 6 外导体类型与结构尺寸

单位: mm

规格代号	5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42
外导体类型	螺旋 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	螺旋 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	螺旋 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管	环形 皱纹 铜管
波峰标称外径	6.40	7.70	9.00	9.50	12.00	13.90	19.70	24.90	24.90	25.40	35.80	46.50
波峰外径偏差	±0.15	±0.20	±0.20	±0.25	±0.25	±0.25	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.40
波谷标称外径	4.80	6.40	6.90	7.60	8.90	11.70	17.00	21.60	21.60	21.90	31.70	41.30
皱纹标称节距	2.80	3.70	2.80	4.00	3.00	5.10	6.00	7.00	7.00	7.20	8.60	10.20
皱纹节距偏差	±0.20	±0.20	±0.20	±0.20	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30	±0.30
管壁最小厚度	0.20					0.21					0.30	0.32

4.4.2 电缆外导体外观

电缆外导体焊缝应连续、平滑、无针孔等缺陷。

4.4.3 电缆外导体所用铜带

电缆外导体所用铜带应符合本标准的 4.2.3 对铜带的规定。

4.5 护套

电缆的护套应连续地同心挤包在外导体上,其材料应为黑色聚乙烯或低烟无卤阻燃聚丙烯。

4.5.1 护套要求

电缆护套应满足以下要求:

- 1) 在同一护套截面上,护套最小厚度、最大外径应符合表 7 的要求。

表 7 护套最小厚度、最大外径要求

单位: mm

规格代号	5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42
护套最小厚度	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3
护套最大外径	8.2	9.8	10.8	11.5	13.9	16.4	22.5	28.3	28.8	29.3	40.0	51.0

2) 电缆的聚乙烯护套应符合 YD/T 322-1996 中的 3.7.13 对聚乙烯护套机械物理性能的要求。低烟无卤阻燃聚丙烯护套应符合 YD/T 886-1997 中的 4.13 对低烟无卤阻燃聚丙烯护套的机械物理性能的要求。

3) 电缆护套外表面应光滑、平整,无孔洞、裂缝、气泡和凹陷等缺陷。

4) 电缆护套生产过程中应进行交流火花试验,试验后应无击穿点。火花试验电压应符合表 8 的规定。

4.5.2 护套料

聚乙烯护套料应为线性低密度聚乙烯(LLDPE)或高密度聚乙烯(HDPE)。聚乙烯护套料应符合 GB/T 15065-1994 的规定。低烟无卤阻燃聚丙烯护套料应符合 YD/T 1113-2001 的规定。

4.5.3 电缆标志

电缆标志应符合 GB 6995.3-1986 的要求。电缆护套上应沿其长度方向每间隔 1m 印制有制造厂名或其代号、制造年份、电缆型号和长度的标志,标志应清晰可辨,应选用与护套颜色对比度较大的颜色。长度标志以 m 为单位,其标称间距为 1m,误差应不大于 5%。

4.6 电缆性能要求

4.6.1 机械物理性能与环境性能

4.6.1.1 低温下弯曲

电缆低温下弯曲试验应按 5.5.1 的规定进行。完成试验后，用正常或矫正视力检查，试样的护套应无任何可见的开裂、裂纹或其它损伤。在进行检查之前，允许试样恢复至室温。

4.6.1.2 温度循环

电缆的温度循环试验应按 5.5.2 的规定进行。完成试验后，用正常或矫正视力检查，试样的护套应无任何可见的开裂、裂纹或其它损伤；试验后测试的电压驻波比应符合表 8 中对相应工作频段的电压驻波比的要求。

4.6.1.3 温度冲击

电缆的温度冲击试验应按 5.5.3 的规定进行。完成试验后，电缆试样内导体轴向尺寸变化应不大于 1.6mm，绝缘层轴向尺寸变化应不大于 3.2mm。

4.6.1.4 重复弯曲

电缆的重复弯曲试验应按 5.5.4 的规定进行。完成试验后，用正常或矫正视力检查，试样的金属部件应无裂纹；试验后测试的电压驻波比应符合表 8 中对相应工作频段的电压驻波比的要求。

4.6.1.5 抗压性

电缆的抗压性试验应按本标准 5.5.5 的规定进行。完成试验后测试的电压驻波比仍应符合表 8 中对相应工作频段的电压驻波比的要求。

4.6.1.6 阻燃电缆的耐燃烧性

阻燃电缆耐燃烧性应能通过 GB/T 18380.1-2001 关于单根电缆垂直燃烧试验的要求，用于基站设备内部的电缆应满足 GB/T 18380.3-2001 成束燃烧试验的 C 类要求。

4.6.2 电缆的电气性能

电缆的电气性能应符合表 8 的要求。

4.7 电缆制造长度

根据供需双方的协议，以协议长度作为制造长度，也可以是制造厂的标准长度。

5 试验方法

5.1 内导体试验方法

5.1.1 铜包铝线（及实心铜线）的试验方法

铜包铝线的直径应按 GB/T 4909.2-1985 的规定进行测量。

5.1.2 光滑铜管内导体的试验方法

5.1.2.1 结构尺寸与偏差

- 1) 外径——以分度 0.01mm 的千分尺，在内导体上沿圆周大约均匀分布的 4 个位置进行测量。
- 2) 管壁厚度——应按 GB/T 8806-1988 的规定进行测量，测量结果以读取的最小读数表示。对轧纹导体，管壁厚度测量用试样应从波峰上取样制作。
- 3) 椭圆度——以分度 0.01mm 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。

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

其中：D1——在铜管横截面上测得的较大外径值，mm；

D2——在与 D1 同一横截面上测得的较小外径值，mm。

5.1.3 螺旋皱纹铜管内导体的试验方法

从电缆上截取约 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、外导体、绝缘并避免损伤内导体。制成试样后，结构尺寸的测量按 5.3 的规定进行。

表 8 电气性能要求

序号	要求	单位	频率 (MHz)	规格代号																
				5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42					
1	内导体最大直流电阻 (20°C)	Ω/km	—	10.45	5.30	5.30	4.19	2.97	1.62											
			—	6.57	3.57	3.57														
			—					1.85										1.20	1.40	0.78
			—									2.97								
2	外导体最大直流电阻 (20°C)	Ω/km	—	7.02	3.66	4.50	3.08	3.54	2.08	1.51	1.31	1.20	1.19	0.66	0.52					
3	绝缘介电强度 (DC, 1min)	V	—	2000	2000	2500	2500	2500	6000	6000	6000	10000	10000	10000	15000					
4	最小绝缘电阻	MΩ.km	—																	
5	护套火花试验 (AC, 有效值)	V	—	3000	3000	5000	5000	5000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	10000	10000				
6	电容	pF/m	—	80	77	82	76	83												
7	相对传输速度	%	30~200	83	86	82	88	81												
8	平均特性阻抗	Ω	150~2500																	
9	最大衰减常数 (20°C)	dB/100m	150	8.07	5.50	5.40	4.58	4.35	4.35	3.00	2.02	1.69	1.54	1.45	1.23	1.01				
			280	11.12	7.66	7.51	6.35	6.06	4.15	2.81	2.35	2.15	2.02	1.72	1.42					
			450	14.22	9.88	9.70	8.16	7.83	5.32	3.64	3.03	2.77	2.60	2.23	1.86					
			800	19.22	13.55	13.29	11.13	10.74	7.22	4.99	4.14	3.83	3.57	3.08	2.60					
			900	20.45	14.47	14.19	11.86	11.47	7.70	5.33	4.42	4.08	3.81	3.29	2.78					
			1500	26.84	19.31	18.94	15.72	15.32	10.16	7.13	5.87	5.47	5.08	4.42	3.77					
			1800	29.60	21.45	21.03	17.41	17.02	11.23	7.92	6.51	6.08	5.65	4.93	4.22					
			2000	31.33	22.80	22.35	18.48	18.10	11.90	8.42	6.92	6.47	6.00	5.25	4.51					
			2400	34.59	25.37	24.86	20.50	20.15	13.17	9.37	7.69	7.20	6.67	5.86	5.06					
			3000	39.08	28.95	28.37	23.30	23.01	14.93	10.71	8.76	8.24	7.16	6.72	/					
			260~300																	
			320~480																	
			820~960	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.15	1.20	1.20	1.20			
1400~1650																				
1700~1900																				
1860~2100																				
2100~2250	1.25	1.25	1.25	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20			
2300~2500																				

注: 1) 电缆应在合同规定的 1 个或 2 个“工作频段”内符合相对应的要求。

2) 顾客对特定工作频段下的电气性能有特殊要求时, 应在合同中进行规定。

3) 相对传输速度、电容为标称值, 作为电缆的工程使用数据, 测试但不考核

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，以使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0.25mm；定触点圆片厚度为(0.5~1)mm，其边缘的曲率半径不大于0.25mm。

5.2 绝缘的试验方法

5.2.1 绝缘附着力

应按 GB/T 17737.1-2000 中 10.1 的规定测试绝缘附着力，应截取总长度约 300mm 的试样并保留 (150±2) mm 长的绝缘层进行试验。

5.2.2 绝缘热收缩

绝缘热收缩试验应按 GB/T 2951.3-1994 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±2)℃ 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总收缩量中。

5.2.3 绝缘的热氧化稳定性

绝缘的热氧化稳定性应按 GB/T 2951.37-1994 的规定进行，并遵照以下规定：

- 1) 用于老化前、后氧化诱导期试验的试样应在同一根电缆中切取。
- 2) 老化前试样数量共为 3 个（去除内导体粘结层和外皮层），将这 3 个试样分别放入除油脂的铝杯中进行氧化诱导期试验。
- 3) 老化后氧化诱导期试验的试样应在 (90±2)℃ 的循环空气烘箱中经 14 天老化的绝缘上切取（去除内导体粘结层和外皮层），并将该试样放入除油脂的铝杯中进行氧化诱导期试验。
- 4) 老化前后氧化诱导期试验均应在 (180±2)℃ 下进行。

5.3 外导体的试验方法

从电缆上截取约 15 倍标称绞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：

- 1) 波峰外径——以分度 0.01mm 的游标卡尺，在外导体皱纹的波峰上沿圆周大约均匀分布的 4 个位置进行测量。测量时应用游标卡尺对外导体皱纹波峰外径的最大点进行测量。
- 2) 皱纹节距——以分度 0.01mm 的游标卡尺测量至少 5 个连续的节距长度，计算其平均值。
- 3) 螺旋皱纹外导体波谷外径——用不易伸缩的适当材料制成的细线（直径不大于 0.25mm），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以适当方法作出两个标记点。这两个标记点应在一条电缆轴线的平行线与细线的交叉点；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：

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

其中 L 为标记间的直线长度，mm；

n 为标记间的节距数；

d 为测试用细线直径，mm；

P 为实测皱纹节距平均值，mm；

应在试样的两端分别进行波谷外径的测试。

- 4) 环形皱纹外导体的波谷外径——以分度 0.01mm 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。

5) 管壁厚度——按本标准 5.1.2.1 中 2) 的规定进行测量。

5.4 电缆护套的试验方法

5.4.1 护套外观

护套外观应用正常或矫正视力检查。

5.4.2 护套外径

护套外径应按 GB/T 2951.1-1994 的规定进行测量。

5.4.3 护套最小厚度

护套的最小厚度应按 GB/T 2951.1-1994 的规定进行测量。

5.4.4 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。

5.5 电缆机械物理性能和环境性能试验方法

5.5.1 低温下弯曲

电缆的低温下弯曲试验应按 GB/T 2951.23-1994 的规定进行。将电缆试样放入低温试验箱内，在 (-30 ± 2) °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。弯曲试验用圆柱体直径应符合表 9 的规定。

5.5.2 温度循环

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

2) 试验前的电压驻波比测试——在进行试验前，按 5.6.9 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。测试结果应符合表 8 规定的在至少 1 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。

表 9 弯曲直径要求

单位: mm

电缆规格代号	5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42
低温下弯曲	50	160	100	200	110	250	400	260	500	550	760	1000
温度循环	50	80	60	100	70	140	200	150	240	250	400	600
重复弯曲	50	160	100	200	110	250	400	260	500	550	760	1000

表 10 温度循环要求

温度循环步骤	温度 (°C)	时间 (h)
1	80 ± 2	48
2	25 ± 2	48

3) 温度循环试验——将经测试符合 2) 条规定的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，共进行 10 个循环。

4) 试验后的电压驻波比测试——在温度循环试验结束后，按本标准 5.6.9 规定的方法测试电缆试样在进行 2) 条规定的测试后记录的工作频段内的电压驻波比。

5.5.3 温度冲击

1) 取一段约 300mm 长的电缆，按图 3 所示制备试样。试样两端各暴露约 25mm 长的内导体和约 25mm 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。

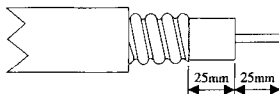


图 3 温度冲击试验试样端头处理示意

- 2) 试验开始前, 应以分度 0.01mm 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。
- 3) 将试样放置在温度为 (80 ± 2) °C 的空气循环烘箱内至少保持 4h。然后将试样从烘箱中取出, 并在 2min 内放入温度为 (-50 ± 2) °C 的试验冷冻箱内至少保持 4h, 随后取出试样并使其达到室温。
- 4) 在试验结束时, 以分度 0.01mm 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。
- 5) 高低温冲击试验应经历 4 次循环, 并记录试验后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。

5.5.4 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, 将电缆试样绕芯轴缠绕不小于一整圈, 解开电缆并将其自由端拉直, 共重复 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, 按本标准 5.5.2 中 2) 条、4) 条的规定测试电缆试样的电压驻波比。

5.5.5 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:

- 1) 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。
- 2) 对于各种规格电缆抗压强度应符合表 11 的规定。
- 3) 试验时, 负荷加载持续时间应为 20min。
- 4) 在试验进行前、结束后, 应分别按 5.5.2 中 2) 条、4) 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

单位: N/mm

电缆规格代号	5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42
抗压强度	18	14	18	20	19	20	13	14	14	14	24	20

5.5.6 阻燃电缆的燃烧试验

单根电缆垂直燃烧试验应按 GB/T 18380.1-2001 规定进行, 成束燃烧试验应按 GB/T 18380.3-2001 的 C 类要求进行。

5.5.7 电缆长度标志误差

电缆长度标志误差测试应按 YD/T 837.5-1996 的规定进行。

5.5.8 绝缘热收缩

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 ± 2) °C 下保持 4h, 然后冷却至室温。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中。

5.6 电气性能试验

5.6.1 内、外导体直流电阻

电缆的内、外导体直流电阻应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.2 的规定进行测试。铜包铝线内导体的直流电阻温度系数为 $0.00405/^\circ\text{C}$; 铜导体的直流电阻温度系数为 $0.00393/^\circ\text{C}$ 。

5.6.2 绝缘介电强度

电缆的绝缘介电强度试验应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.5 的规定进行。

5.6.3 绝缘电阻

电缆的绝缘电阻测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.2 的规定进行。

5.6.4 护套火花试验

电缆的护套火花试验应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.6 的规定进行。

5.6.5 电容

电缆的电容测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.3 的规定进行。

5.6.6 相对传输速度

电缆的相对传输速度测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.9 的规定进行。

5.6.7 平均特性阻抗

电缆的平均特性阻抗测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.8 的规定进行。

5.6.8 衰减常数

电缆的衰减常数测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.13 的规定进行。

5.6.9 电压驻波比

电缆的电压驻波比测试应按 GB/T 17737.1-2000 中 11.12 的规定进行。

6 检验规则

6.1 出厂要求

电缆应经制造厂质量检验部门检验，检验合格后方可出厂。出厂的电缆应附有质量检验合格证书。

6.2 产品检验

分为出厂检验和型式检验。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验

包括 100%检验和抽样检验。

6.3.2 单位产品和检验批

- 1) 单位产品：每一根制造长度的电缆或每一包装（一盘或一卷）电缆；
- 2) 检验批：以在同一段时间内，采用相同原材料和相同工艺连续生产的同型号规格的单位产品作为一个检验批。

6.3.3 100%检验

出厂检验的 100%检验的项目、要求和试验方法按表 12 的规定。

表 12 100%检验项目、要求和试验方法

序号	项目	要求	试验方法
1	护套外观	4.5.1 3)	5.4.1
2	护套最小厚度	4.5.1 1)	5.4.3
3	护套最大外径	4.5.1 1)	5.4.2
4	护套火花试验	4.5.1 4)	5.6.4
5	绝缘介电强度	4.6.2	5.6.2

6.3.4 抽样检验

抽样检验应在完成表 12 规定检验项目且检验合格后的电缆上进行。抽样检验项目、要求、试验方法和抽样方案按表 13 的规定。

表 13 抽样检验项目、要求、试验方法和抽样方案

序号	项目	要求	试验方法	抽样方案
1	内导体直流电阻	4.6.2	5.6.1	20%
2	外导体直流电阻	4.6.2	5.6.1	
3	衰减常数	4.6.2	5.6.8	

表 3 (续)

序号	项目	要求	试验方法	抽样方案	
4	电压驻波比	4.6.2	5.6.9		
5	相对传输速度	4.6.2	5.6.6		
6	电容	4.6.2	5.6.5		
7	平均特性阻抗	4.6.2	5.6.7		
8	内导体结构尺寸	4.2	5.1		
9	外导体结构尺寸	4.4.1	5.3		
10	绝缘电阻	4.6.2	5.6.3		
11	电缆长度标志误差	4.5.3	5.5.7		
注: 对序号 5、序号 6 项目进行测试记录, 但不考核					

6.3.5 检验批的合格判定

按照表 12 和表 13 的规定, 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。被试样本如有不合格项目时, 应重新抽取双倍数量的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个项目不合格, 则该样本单位应判为不合格产品。在剔除不合格品后的该批产品应判为合格产品。

6.3.6 不合格样本单位的处理

不合格品经返修后, 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。

6.4 型式检验

6.4.1 抽样方案

型式试验样本电缆应在出厂检验合格的电缆中随机抽取。不管批量大小, 型式检验样本大小应为 3 个。

6.4.2 型式检验项目

型式检验项目包括表 12、表 13 和表 14 规定的全部项目。

表 14 仅进行型式检验项目

序号	项目	要求	试验方法
1	铜管内导体的椭圆度	4.2.2	5.1.2.1 3)
2	绝缘附着力	4.3.2 1)	5.2.1
3	绝缘热收缩	4.2.2 2)	5.2.2
4	绝缘的热氧化稳定性	4.3.2 3)	5.2.3
5	电缆护套的机械物理性能	4.5.1 2)	5.4.4
6	低温下弯曲	4.6.1.1	5.5.1
7	温度循环	4.6.1.2	5.5.2
8	温度冲击	4.6.1.3	5.5.3
9	重复弯曲	4.6.1.4	5.5.4
10	抗压性	4.6.1.5	5.5.5
11	阻燃电缆的耐燃烧性能	4.6.1.6	5.5.6

6.4.3 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试验：

- 1) 应在鉴定后 12 个月和此后每隔 12 个月至少进行一次；
- 2) 当生产工艺或原材料有重大改变时，应进行型式检验；
- 3) 停产 3 个月以上又恢复生产时，应进行型式检验；
- 4) 上级质量监督部门要求进行型式检验时，应进行型式检验。

6.4.4 型式检验的合格判定

如果被抽取检验的样本单位有型式试验不合格项目时，允许重新抽取新的样本单位重新试验。如果抽取的 3 个样本中有一个或更多样本单位未能通过型式检验的任一项试验时，则判为不合格。但是，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，则可判定为合格；如果仍有任何一个样本单位不能通过试验，则应判为不合格。

6.4.5 重新试验

如果型式检验不合格，制造厂应根据不合格原因，对全部产品进行改正处理。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。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 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、电缆编号和表示电缆盘正确滚动方向的箭头。

7.2 包装

电缆应采用成盘或成卷包装方式。每盘（卷）电缆的长度应为合同规定的段长，当合同中未作规定时，应为生产厂家的标准段长。

7.2.1 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 8137-1999 的规定。成盘包装时电缆缠绕的最小直径应符合表 9 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。

每盘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。

7.2.2 成卷包装

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。成卷包装时电缆盘绕的最小直径应符合表 9 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 处以保证运输储存过程中不松散。成卷交货的电缆应采用具有足够强度的纸箱或其它包装箱包装交货。

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。

7.3 运输和贮存

电缆在运输、贮存过程中应注意以下事项：

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

附录 A
(资料性附录)
工程使用数据

电缆的工程使用数据见表 A.1。

表 A.1 工程使用数据

项目	单位	工程使用数据												
		5	6	7	8	9	12	17	21	22	23	32	42	
电缆俗称	---	1/4" 超柔	1/4" 馈线	3/8" 超柔	3/8" 馈线	1/2" 超柔	1/2" 馈线	5/8" 馈线	7/8" 软馈线	7/8" 馈线	7/8" 底损馈线	1 1/4" 馈线	1 5/8" 馈线	
特性阻抗	Ω	50												
电容	pF/m	80	77	82	76	83	76	76	76	76	76	76	76	
相对传输速度	%	83	86	82	88	81	88							
最小弯曲半径 (单次弯曲)	mm	12	40	15	30	17	80	100	90	140	150	200	280	
最小弯曲半径 (重复弯曲)	mm	25	80	50	100	55	125	200	130	250	275	380	500	
电缆耐弯曲最少次数	次	15												
最大抗拉力	N	680	910	950	1100	800	1130	1150	1020	1500	1700	2500	3000	
使用储存温度	$^{\circ}\text{C}$	-40~+70 (聚乙烯护套); -25~+70 (无卤阻燃聚乙烯护套)												
敷设温度	$^{\circ}\text{C}$	-20~+60												
电缆参考重量	kg/100m	7	9	11	12	21	25	36	45	57	59	98	150	

附录 B
(资料性附录)
常见电缆型号拼写说明

常用电缆型号拼写说明见表 B.1。

表 B.1 常见电缆型号拼写说明

电缆型号	HCAAY-50-8	HCAHY-50-9	HCAAY-50-12	HCTAY-50-17	HHTAY-50-21	HCTAY-50-22	HCTAY-50-23	HCTAY-50-32	HHTAY-50-42
电缆俗称	3/8"绞线	1/2"超柔	1/2"绞线	5/8"绞线	7/8"软绞线	7/8"绞线	7/8"低损耗绞线	1 1/4" 绞线	1 5/8"绞线
电缆结构说明									
内导体	铜包铝线	铜包铝线	铜包铝线	光滑铜管	螺旋纹铜管	光滑铜管	光滑铜管	光滑铜管	螺旋纹铜管
绝缘层	物理发泡绝缘层								
外导体	环形纹铜管	螺旋纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管	环形纹铜管
聚乙烯护套									
护套	当采用无卤阻燃聚丙烯护套代替聚乙烯护套时,则在“Y”后增加“Z”表示,如用 HCAAYZ-50-12 表示 1/2" 阻燃绞线								