



团 体 标 准

T/ZZB 3747—2024

铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套 地铁用市内通信电缆

Local communication cable for subway with polyolefin insulated copper
conductors and laminated aluminium-polyethylene sheath

2024-07-14 发布

2024-08-14 实施

浙江省质量协会 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 分类与命名 2

5 基本要求 3

6 技术要求 4

7 试验方法 14

8 检验规则 15

9 标志、包装、运输和贮存 19

10 质量承诺 19

附录 A（规范性附录） 绝缘颜色的孟塞尔色标 21

附录 B（规范性附录） 推荐的缆芯结构 22

附录 C（规范性附录） 无外护层电缆的最小护套厚度 23

附录 D（规范性附录） 无外护层电缆的最大外径 25

附录 E（规范性附录） 线对直流电阻不平衡、工作电容差、串音的计算公式 27

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专利的责任。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：浙江尖峰通信电缆有限公司。

本文件参与起草单位：浙江尖峰集团股份有限公司、上海国缆检测股份有限公司、中国检验认证集团浙江有限公司、江西千晋智能驱动科技有限公司、宁波一舟通信技术有限公司、南京普天天纪楼宇智能有限公司、江苏亨通线缆科技有限公司、衢州企发科技服务有限公司、浙江华睿科技咨询服务有限公司。

本文件主要起草人：卢超芳、张峰亮、胡龙岗、汪德波、余振飞、谢礼丰、陈红阳、刘玉刚、赵呈峰、吴振远、章慈、包洁明、黄媛、郭志坚、沈科、赵俊、钱芳、宗宁、盛晓泮、陈鸿有、董利盛、陈倩、柳康、赖晓军、王鹏飞、占倩倩、吴军明、黄晋华。

本文件评审专家组长：张正。

铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套地铁用市内通信电缆

1 范围

本文件规定了铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套地铁用市内通信电缆（以下简称“通信电缆”）的分类与命名、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存、质量承诺。

本文件主要适用于传输音频信号和综合业务数字网的2B+D速率及以下的数字信号，也可用于传输2048kbit/s及以下的数字信号或150kHz以下的模拟信号。

注：轨道交通、市内和近郊的电话线路、电站、工厂、智能楼宇和设备密集场所的通信系统中的电缆，如适用，也可参照本文件。

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 2900.10—2013 电工术语 电缆

GB/T 2952.1 电缆外护层 第1部分：总则

GB/T 2952.3 电缆外护层第3部分：非金属套电缆通用外护层

GB/T 3953 电工圆铜线

GB/T 5441—2016 通信电缆试验方法

GB/T 6995.2 电线电缆识别标志方法 第2部分：标准颜色

GB/T 6995.3 电线电缆识别标志方法 第3部分：电线电缆识别标志

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 13542.4 电气绝缘用薄膜 第4部分：聚酯薄膜（IEC 60674-3-2:1992, MOD）

GB/T 13849.1—2013 《聚烯烃绝缘聚烯烃护套市内通信电缆》

GB/T 15065 电线电缆用黑色聚乙烯塑料

GB/T 17650 对于电缆材料燃烧过程中产生的气体的测试

GB/T 17651 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 18380.12 电线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（IEC 60332-1-2:2018, IDT）

GB/T 18380.33 电线和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第33部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A类（IEC 60332-3-22:2018, IDT）

GB/T 18380.34 电线和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第34部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B类（IEC 60332-3-23:2018, IDT）

GB/T 18380.35 电线和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第35部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C类（IEC 60332-3-24:2018, IDT）

YD/T 322—2013 《铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆》

YD/T 723.2 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第2部分 铝塑复合带

YD/T 723.3 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第3部分 钢塑复合带

YD/T 760 市内通信电缆用聚烯烃绝缘料

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 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 839 （所有部分） 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物

YD/T 1113 通信电缆光缆用无卤低烟阻燃材料

YD/T 1115 （所有部分） 通信电缆光缆用阻水材料

JB/T 8137 电线电缆交货盘

SJ/T 11363 电子信息产品中有毒有害物质的限量要求

SJ/T 11365 电子信息产品中有毒有害物质的检测方法

TB/T 3100.3—2017 铁路数字信号电缆 第3部分：综合护套铁路数字信号电缆

3 术语和定义

GB/T 2900.10—2013中界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类与命名

4.1 型式、代号及含义

通信电缆的型号由燃烧特性代号、型式代号与规格代号三部分组成。

4.1.1 通信电缆燃烧特性代号见表1。

表1 电缆燃烧特性代号

代号	名称
WDZ	无卤低烟单根阻燃
WDZA	无卤低烟阻燃A类
WDZB	无卤低烟阻燃B类
WDZC	无卤低烟阻燃C类

4.1.2 通信电缆型式代号及含义见表2。

表2 电缆型式代号及含义

分类		导线		绝缘		护套		特征		外护层	
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	省略	铜	Y	实心聚烯烃	A	铝塑 粘结 综合 护套	省略	非填充式	53	单层皱纹钢塑复合带纵包铠装聚烯烃外套
				YF	泡沫聚烯烃			T	填充式	23	双层镀锌钢带绕包铠装聚烯烃外套
				YP	泡沫皮聚烯烃						

4.1.3 通信电缆规格代号

通信电缆标称线对数×2×导线标称直径。

4.2 通信电缆型式

4.2.1 通信电缆主要型式及名称

WDZ-HYA53——铜芯实心聚烯烃绝缘铝塑粘结综合护套单层皱纹钢带纵包铠装无卤低烟单根阻燃地铁用市内通信电缆；

WDZA-HYAT53——铜芯实心聚烯烃绝缘填充式铝塑粘结综合护套单层皱纹钢带纵包铠装无卤低烟阻燃A类地铁用市内通信电缆；

WDZB-HYA23——铜芯实心聚烯烃绝缘铝塑粘结综合护套双层钢带绕包铠装无卤低烟阻燃B类地铁用市内通信电缆；

WDZC-HYAT23——铜芯实心聚烯烃绝缘填充式铝塑粘结综合护套双层钢带绕包铠装无卤低烟阻燃C类地铁用市内通信电缆。

4.2.2 使用场合见表3。

表3 通信电缆主要型式的使用场合

通信电缆类型	无外护层		有外护层			
			单层皱纹钢带纵包		双层钢带绕包	
通信电缆型号	HYA	HYAT	HYA53	HYAT53	HYA23	HYAT23
主要使用场合	管道/架空	直埋	直埋、管道	直埋	直埋、管道	直埋
使用条件	电缆工作环境温度一般为-30℃~+60℃，敷设环境温度一般不低于-5℃					
注：用户对屏蔽、内护套、外护层有特殊要求时，例如：铝钢双金属屏蔽、防鼠、防蚁等，可与制造厂协商。						

4.3 电缆规格

通信电缆的规格见表4。

表4 通信电缆规格

导线标称直径	标称线对数
0.40 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200、300、400、500、600、800、900、1000、1200、1600、1800、2000、2400
0.50 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200、300、400、500、600、800、900、1000、1200、1600
0.60 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200、300、400
0.70 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200、300
0.80 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200、300
0.90 mm	5、10、15、20、25、30、50、100、200

4.4 标记及示例

地铁通信电话电缆用型号、规格及标准编号标记，规格包括电缆的标称对数和导体标称直径。

示例：铜芯实心聚烯烃绝缘填充式铝塑粘结综合护套单层皱纹钢带纵包铠装无卤低烟阻燃B类地铁用市内通信电缆，100对，导体标称直径0.50mm，表示为：WDZB-HYAT53 100×2×0.50 T/ZZB XXXX—XXXX。

5 基本要求

5.1 设计研发

- 5.1.1 应采用计算机辅助软件对通信电缆的结构和电气性能参数进行设计。
- 5.1.2 应具备对挤塑工艺进行流体动力模拟分析的能力。

5.2 原材料

- 5.2.1 铜导体材料应符合 GB/T 3953 中对 TR 型软圆铜线的要求；铜含量应不低于 99.95 %。
- 5.2.2 聚烯烃绝缘材料应符合 YD/T 760 中对高密度聚乙烯的要求。
- 5.2.3 聚乙烯护套材料应符合 GB/T 15065 中对线性低密度、中密度或高密度聚乙烯的要求。有阻燃要求时可采用符合 YD/T 1113 规定的无卤低烟阻燃材料。
- 5.2.4 所用材料中禁用物质的含量限值应满足表 5 的规定。

表 5 通信电缆材料中禁用物质的含量限值

种类	物质	含量限值 ppm
重金属	铅及化合物	≤ 800
	镉及化合物	≤ 70
	汞及化合物	≤ 800
	6 价铬及化合物	≤ 800
有机溴化物	多溴苯（PBB）	≤ 800
	多溴二苯醚（PBDE）	≤ 800
邻苯	邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（DEHP）	≤ 100
	邻苯二甲酸甲苯基丁酯（BBP）	≤ 100
	邻苯二甲酸二丁基酯（DBP）	≤ 100
	邻苯二甲酸二异丁酯（DIBP）	≤ 100

5.3 工艺及装备

- 5.3.1 绝缘芯线制造应采用高精度自动换盘串联线设备。
- 5.3.2 绝缘挤塑工序应实现线径、电容值、偏心度、火花故障、长度和线速的在线监测。

5.4 检验检测

- 5.4.1 应配备电容耦合测试仪、电缆自动测试系统、自然通风老化试验箱、低温试验箱、渗水试验机等设备。
- 5.4.2 应配备直流、交流火花试验机、充气机等验证绝缘和护套完整性的检验能力。
- 5.4.3 应具备开展电气性能、老化性能、低温试验、抗渗水性能等项目的检测能力。

6 技术要求

6.1 结构、尺寸和外观

6.1.1 线对数、排列和色谱

- 6.1.1.1 绝缘芯线应采用颜色识别标志。绝缘颜色应符合 GB/T 6995.2 或附录 A 的规定，有争议时，按附录 A 的规定。绝缘颜色应不褪色、不迁移、颜色均匀，并且采用下列 10 种颜色。

- a 线：白、红、黑、黄、紫；
- b 线：蓝、桔、绿、棕、灰。

- 6.1.1.2 绝缘应采用符合 YD/T 760 中规定的高密度聚乙烯，绝缘结构分为三类：实芯聚烯烃绝缘、泡沫聚烯烃绝缘和泡沫皮聚烯烃绝缘。
- 6.1.1.3 绝缘芯线分别由 a 线和 b 线的两种不同颜色的绝缘芯线按表 6 规定的序号和色谱均匀地绞合成线对。成品电缆中任意线对的绞合节距在 3 m 长度上测得的算术平均值不大于 150 mm。各线对绞合节距的选择应使成品电缆符合本文件规定的电气性能。
- 6.1.1.4 电缆中允许加放预备线对，100 对及以上的电缆预备线对的数量不超过电缆标称线对数的 1%，且最多不超过 6 对；预备线对一般置于缆芯外层的间隙中，可单独放置，也可绞合后放置，但不允许放在各种单位内；预备线对的各项技术要求与标称线对相同。
- 6.1.1.5 线对及预备线对的色谱序号应符合表 6 和表 7 的规定。
- 6.1.1.6 交货时，电缆中的合格线对数（含合格的预备线对）应不少于标称线对数。不合格线对的序号及不合格项目应在出厂检验合格证上注明。

表 6 基本单位线对序号与绝缘色谱

线对序号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
绝缘色谱	A 线	白	白	白	白	白	红	红	红	红	红	黑	黑	黑
	B 线	蓝	桔	绿	棕	灰	蓝	桔	绿	棕	灰	蓝	桔	绿
线对序号		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
绝缘色谱	A 线	黑	黑	黄	黄	黄	黄	黄	紫	紫	紫	紫	紫	
	B 线	棕	灰	蓝	桔	绿	棕	灰	蓝	桔	绿	棕	灰	

表 7 预备线对序号及绝缘色谱

线对序号	绝缘色谱		线对序号	绝缘色谱	
	A 线	B 线		A 线	B 线
备 1	白	红	备 4	白	紫
备 2	白	黑	备 5	红	黑
备 3	白	黄	备 6	红	黄

- 6.1.2 单位、缆芯和扎带色谱
- 6.1.2.1 单位
- 6.1.2.1.1 基本单位由 25 个线对绞合而成，用来构成超单位或缆芯。
- 6.1.2.1.2 子单位由 12 个线对或 13 个线对或更少的线对绞合而成，若干个子单位用来构成基本单位或缆芯。
- 6.1.2.1.3 超单位由若干基本单位或（和）12、13 对子单位绞合而成，用来构成缆芯，超单位有 50 对超单位、100 对超单位两种。
- 6.1.2.2 缆芯
- 6.1.2.2.1 25 对及以下电缆，缆芯由子单位或由线对直接绞合而成，缆芯中各线对的绞合节距应各不相同。

6.1.2.2.2 25 对以上电缆, 缆芯由若干个基本单位或(和)子单位或(和)超单位绞合而成, 其线对序号和扎带色谱符合表 8 的规定。

6.1.2.2.3 25 对以上电缆应分端别。面向电缆端头, 若组成缆芯的基本单位(子单位)或超单位按表 8 的单位序号和扎带色谱顺序顺时针方向从内到外依次排列, 则此端为 A 端, 另一端为 B 端。成品电缆的 A 端和 B 端端头应分别用红色和绿色标志。

6.1.2.2.4 推荐的缆芯结构见附录 B。

6.1.2.2.5 缆芯应用符合 GB/T 13542.4 规定的聚酯带纵包或绕包, 其外可用非吸湿性和非吸油性的扎带(纱)扎紧, 包带厚度应使成品电缆满足本文件规定的电气性能。

6.1.2.2.6 填充式电缆在缆芯的间隙、缆芯与包带的间隙及缆芯包带外表面与铝塑复合带的间隙中应均匀而连续地填满符合 YD/T 839 规定的填充复合物, 填充复合物应与绝缘芯线、扎带(丝)、缆芯包带及铝塑复合带相容, 并能使成品电缆满足本文件规定的电气性能。也可在缆芯包带外采用符合 YD/T 1115 规定的其他防水材料, 并能使成品电缆满足本文件规定的电气性能。

6.1.2.3 扎带色谱

6.1.2.3.1 各种单位应采用非吸湿性和非吸油性的绝缘带螺旋绕扎, 绕扎节距不大于 100 mm。扎带采用表 8 中的颜色作为识别标志, 扎带颜色应符合 GB/T 6995.2 的规定, 且构成同一基本单位若干个子单位的扎带色谱应与该基本单位的扎带颜色相同。

6.1.2.3.2 任一基本单位或子单位缺扎带的长度应不超过 90 m。电缆任一横截面上缺扎带的基本单位与子单位的总数应不超过 3 个, 且相邻单位不允许同时缺扎带。超单位内只允许有一个基本单位或子单位缺扎带, 超单位不允许缺扎带。

6.1.3 外观

护套外观应外表面光滑、平整, 无孔洞、裂缝、气泡和凹陷等缺陷。

6.1.4 尺寸

6.1.4.1 导体采用符合 GB/T 3953 规定的 TR 型软圆铜线, 其标称直径为 0.40mm、0.50mm、0.60mm、0.70 mm、0.80 mm、0.90 mm。

6.1.4.2 铝塑复合带应采用符合 YD/T 723.2 规定的双面铝塑复合带。铝带标称厚度应不小于 0.15 mm。缆芯直径大于 9.5 mm 时, 铝塑复合带纵包重叠宽度应不小于 6 mm; 缆芯直径小于或等于 9.5 mm 时, 纵包重叠宽度应不小于缆芯周长的 20 %。铝塑复合带可以轧纹, 也可以不扎纹。由于扎纹等加工过程而使铝塑复合带中铝带厚度的减薄在任意点都不应超过 10 %。

6.1.4.3 铝塑复合带接续时, 应先除去塑料复合层, 并清洁金属表面, 以使接续处的机械及电气性能良好, 接续后应恢复塑料复合层。接续处铝塑复合带的 1m 电阻应不超过相邻段同样长度无接头铝塑复合带电阻的 110%。电缆任意 500m 长度内铝塑复合带接头不允许超过 2 个。

6.1.4.4 23 型外护套应在内护套外间隙绕包两层钢带并挤包一层外护套。绕包间隙应不大于钢带宽度的 50 %。钢带应符合 GB/T 2952.1 的规定, 其尺寸应符合表 9 的规定。

6.1.4.5 53 型外护层应在电缆内护套外纵包一层皱纹钢塑复合带并紧密挤包一层粘结的外护套。钢塑复合带应符合 YD/T 723.3 的规定, 钢带标称厚度应不小于 0.15 mm。当内护套外径在 15 mm 及以下时, 钢带搭接宽度应不小于 3 mm; 当内护套外径大于 15mm 时, 应不小于 6 mm。在钢塑复合带内外两侧应均匀而连续地涂覆符合 YD/T 839 规定的涂覆复合物或符合 YD/T 1115 规定的其他防水材料, 然后挤包一层聚烯烃护套。

表8 基本单位、超单位的序号及扎带的色谱

基本单位		超单位扎带色谱											
		白			红			黑			黄		
序号	扎带 色谱	超单位序 号		线对序号	超单位序 号		线对序号	超单位序 号		线对序号	超单位序 号		线对序号
		100 对	50 对		100 对	50 对		100 对	50 对		100 对	50 对	
1	白蓝	1	1	1~25	7	13	601~625	13	25	1201~1225	19	37	1801~1825
2	白桔			26~50			626~650			1226~1250			1826~1850
3	白绿		2	51~75		14	651~675		26	1251~1275		38	1851~1875
4	白棕			76~100			676~700			1276~1300			1876~1900
5	白灰	2	3	101~125	8	15	701~725	14	27	1301~1325	20	39	1901~1925
6	红蓝			126~150			726~750			1326~1350			1926~1950
7	红桔		4	151~175		16	751~775		28	1351~1375		40	1951~1975
8	红绿			176~200			776~800			1376~1400			1976~2000
9	红棕	3	5	201~225	9	17	801~825	15	29	1401~1425	21	41	2001~2025
10	红灰			226~250			826~850			1426~1450			2026~2050
11	黑蓝		6	251~275		18	851~875		30	1451~1475		42	2051~2075
12	黑桔			276~300			876~900			1476~1500			2076~2100
13	黑绿	4	7	301~325	10	19	901~925	16	31	1501~1525	22	43	2101~2125
14	黑棕			326~350			926~950			1526~1550			2126~2150
15	黑灰		8	351~375		20	951~975		32	1551~1575		44	2151~2175
16	黄蓝			376~400			976~1000			1576~1600			2176~2200
17	黄桔	5	9	401~425	11	21	1001~1025	17	33	1601~1625	23	45	2201~2225
18	黄绿			426~450			1026~1050			1626~1650			2226~2250
19	黄棕		10	451~475		22	1051~1075		34	1651~1675		46	2251~2275
20	黄灰			476~500			1076~1100			1676~1700			2276~2300
21	紫蓝	6	11	501~525	12	23	1101~1125	18	35	1701~1725	24	47	2301~2325
22	紫桔			526~550			1126~1150			1726~1750			2326~2350
23	紫绿		12	551~575		24	1151~1175		36	1751~1775		48	2351~2375
24	紫棕			576~600			1176~1200			1776~1800			2376~2400

6.1.5 护套厚度

6.1.5.1 电缆的外护层由铠装层和聚烯烃外套组成，包于基本电缆上。无外护层电缆聚烯烃外套的最小厚度应符合附录 C 的规定。电缆最大外径见附录 D。

6.1.5.2 非填充式电缆内护套的最小厚度应不小于附录 C 中聚乙烯护套最小厚度的一半加 0.2 mm；对于填充式电缆，应不小于 0.8 mm。

表 9 23 型电缆钢带规格

铠装前假定直径 (mm)	厚度 (mm)	宽度 (mm)
≤ 15.0	≥ 0.2	≤ 20
15.1~25.0	≥ 0.2	≤ 25
25.1~35.0	≥ 0.5	≤ 30
35.1~50.0	≥ 0.5	≤ 35
50.1~70.0	≥ 0.5	≤ 45
> 70.0	≥ 0.8	≤ 60

6.2 完整性

6.2.1 绝缘完整性

6.2.1.1 绝缘层应连续地挤包在导线上，表面光滑平整，并具有完整性，其厚度能使成品电缆满足本文件规定的电气性能。

6.2.1.2 各种直径导线的绝缘，经高压火花试验后，每 12 km 允许有一个针孔或类似的缺陷。

6.2.2 护套完整性

6.2.2.1 填充式电缆在工频电压 8 kV 或直流 12 kV 的条件下，其护套应无击穿点。

6.2.2.2 非填充式电缆在工频电压 8 kV 或直流 12 kV 的条件下，其护套应无击穿点。并且经充气试验后，电缆内的气压不应降低。有外护层的电缆，应先在装外护层之前检验一次气压。

6.3 电气性能

成品电缆的电气性能应符合表 10 的规定（其中线对直流电阻不平衡、工作电容差以及串音的计算公式列于附录 E）。

表 10 电缆的电气性能

序号	项目	单位	指标			长度换算关系 km
1	单根导线直流电阻最大值 (+20℃)	Ω /km	导体标称直径	指标值		实测值/L
			0.40 mm	≤ 148.0		
			0.50 mm	≤ 95.0		
			0.60 mm	≤ 65.8		
			0.70 mm	≤ 48.0		
			0.80 mm	≤ 36.6		
			0.90 mm	≤ 29.5		
2	线对直流电阻不平衡 (+20℃)	%	导体标称直径	最大值	平均值	—
			0.40 mm	5.0	≤ 1.5	
			0.50 mm	5.0	≤ 1.5	
			0.60 mm	5.0	≤ 1.5	
			0.70 mm	4.0	≤ 1.5	
			0.80 mm	4.0	≤ 1.5	
			0.90 mm	4.0	≤ 1.5	
3	绝缘电阻 (+20℃ DC100~500V) 每根绝缘导线与其余接地及屏蔽的绝缘导线间	MΩ · km	非填充式电缆	≥ 20000		实测值×L
			填充式电缆	≥ 4000		
4	绝缘电气强度	—	实心聚烯烃绝缘			—
			导线间	3s DC 2000 V 或 1 min DC 1000 V, 不击穿		
			导线与屏蔽间	3s DC 6000 V 或 1 min DC 3000 V, 不击穿		
			泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘			
			导线间	3s DC 1500 V 或 1 min DC 750 V, 不击穿		
			导线与屏蔽间	3s DC 6000 V 或 1min DC 3000 V, 不击穿		
5	工作电容 (0.8 kHz 或 1 kHz)	nF/km	电缆标称线对数	最大值	平均值	实测值/L
			≤ 10	58.0	52.0±4.0	
			> 10	57.0	52.0±2.0	
6	工作电容差 (0.8 kHz 或 1 kHz)	—	100 对及以上填充式电缆: ≤ 2 %			—
7	电容不平衡 (0.8 kHz 或 1 kHz)	pF/km	线对与线对间	≤ 200		实测值/[0.5(L+ √L)]
			线对与地间			实测值/L
			电缆标称线对数	最大值	平均值	
			≤ 10	2630	—	
			> 10	2630	≤ 570 (490) ^a	

表 10 （续）

8	固有衰减(±20℃)	dB/km	大于 10 对的电缆				实测值/L
			—	导体标称直径	平均值		
					150 kHz	1024 kHz	
			实心聚烯烃绝缘非填充式电缆	0.40 mm	≤ 12.1	≤ 27.3	
				0.50 mm	≤ 9.0	≤ 22.5	
				0.60 mm	≤ 7.2	≤ 18.5	
				0.70 mm	≤ 6.3	≤ 15.8	
				0.80 mm	≤ 5.7	≤ 13.7	
				0.90 mm	≤ 5.4	≤ 12.0	
			实心聚烯烃绝缘填充式电缆	0.40 mm	≤ 11.7	≤ 23.6	
				0.50 mm	≤ 8.2	≤ 18.6	
				0.60 mm	≤ 6.7	≤ 15.8	
				0.70 mm	≤ 5.5	≤ 13.8	
				0.80 mm	≤ 4.7	≤ 12.3	
				0.90 mm	≤ 4.1	≤ 11.1	
			泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘非填充式电缆	0.40 mm	≤ 12.6	≤ 29.3	
				0.50 mm	≤ 9.3	≤ 24.1	
				0.60 mm	≤ 7.4	≤ 19.8	
				0.70 mm	≤ 6.4	≤ 16.9	
				0.80 mm	≤ 5.8	≤ 14.6	
				0.90 mm	≤ 5.5	≤ 12.8	
			泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘填充式电缆	0.40 mm	≤ 12.1	≤ 26.5	
				0.50 mm	≤ 9.0	≤ 21.8	
				0.60 mm	≤ 7.2	≤ 18.0	
				0.70 mm	≤ 6.3	≤ 15.3	
0.80 mm	≤ 5.7	≤ 13.3					
0.90 mm	≤ 5.4	≤ 11.7					
小于等于 10 对的电缆平均值不大于 10 对以上同一型式电缆最大平均值的 110 %。							
9	近端串音衰减(1024kHz, 长度≥0.3km)	dB	5 对、10 对电缆内线对间的全部组合		(M-S) ≥ 53	当被测电缆长度<0.3km 时,按下式换算: $\text{实测值} + 10\lg \frac{1 - 10^{-(\alpha \times L/5)}}{1 - 10^{-(\alpha \times 0.3/5)}}$ 式中: α 为线对衰减, dB/km	
			12 对、13 对子单位内或 15 对电缆内线对间的全部组合		(M-S) ≥ 54		
			20 对、30 对电缆或基本单位内线对间的全部组合		(M-S) ≥ 58		
			相邻 12 对、13 对子单位间线对的全部组合		(M-S) ≥ 63		
			相邻基本单位间线对的全部组合		(M-S) ≥ 64		
			超单位内两个相对基本单位或子单位间线对的全部组合		(M-S) ≥ 70		
			不同超单位内子单位间线对的全部组合		(M-S) ≥ 77		
			不同超单位内基本单位间线对的全部组合		(M-S) ≥ 79		

表 10 （续）

10	远端串音防卫度 (150 kHz)	dB/Km	任意线对组合	$\geq 58^b$	实测值+10lg L
			基本单位内或 30 对电缆内线对间的全部组合	功率平均值: ≥ 69	
			12 对、13 对子单位内或 10 对、15 对及 20 对电缆内线对间的全部组合	功率平均值: ≥ 68	
11	屏蔽铝带的连通性	—	电气连通		—
12	线芯混线、断线	—	不混线、不断线		—
13	理想屏蔽系数	≤ 5 对	50 mV/m~200 mV/m		≤ 0.7
		> 5 对	35 mV/m~200 mV/m		≤ 0.7
注: L为被测电缆长度。 a 括号中的指标适用于导体标称直径为0.6mm及以上的实心聚烯烃绝缘电缆。 b 当任意线对组合的远端串音防卫度小于58dB/km, 但等于或大于53dB/km时, 应分别测量和计算该组合的每个单线对功率和, 其值不得低于52 dB/km。					

6.4 机械物理性能

6.4.1 成品电缆上导体的断裂伸长率符合表 11 的规定。

表 11 导体断裂伸长率

导体标称直径 mm	断裂伸长率%
0.40	≥ 10
0.50	≥ 15
≥ 0.60	≥ 20

6.4.2 导体接续应采用银合金焊料和无酸性熔剂钎焊, 或者电焊, 或者冷压技术接头, 接续处应光滑圆整, 无毛刺。接续处的抗拉强度不应低于相邻无接续处抗拉强度的 90 %。

6.4.3 从成品电缆上取下的绝缘的机械物理性能应符合表 12 的要求。

6.4.4 从成品电缆上取下的护套的机械物理性能应符合表 13 的要求。

表 12 绝缘的机械物理性能

序号	项目	试验条件		单位	技术要求
1	绝缘颜色迁移	非填充式电缆		—	应不迁移
		处理温度	80℃±2℃		
		处理时间	24 h		
		填充式电缆			
		处理温度	70℃±2℃		
		处理时间	24 h×3		
2	绝缘抗张强度，中值	实心聚烯烃绝缘	HDPE	MPa	≥ 16
		泡沫聚烯烃绝缘	HDPE		≥ 10
		泡沫皮聚烯烃绝缘			≥ 10
3	绝缘断裂伸长率，中值	实心聚烯烃绝缘	23℃±5℃	%	≥ 300
		泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘			≥ 200
4	绝缘低温卷绕	处理温度	-55℃±1℃	失效数/式样数	0/10
		处理时间	1 h		
5	绝缘热收缩率	处理温度	HDPE 115℃±2℃	%	≤ 5
		处理时间	1 h		
6	绝缘热老化后的耐缠绕性能	处理温度	HDPE 115℃±2℃	—	应不开裂
		处理时间	24 h×14		
		再次老化温度	70℃±2℃		
		再次老化时间	24 h		
7	绝缘抗压缩性能	泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘		—	导线间 应无碰触
		施加压力	67 N		
		加力时间	≥ 1 min		
注：填充式电缆在填充前及填充后均考核绝缘热老化后的耐缠绕性能。					

6.4.5 任何部分的平均剥离强度在 18 °C~27 °C 下，应满足：非填充式电缆铝塑复合带纵包重叠宽度上不小于 0.8 N/mm；聚烯烃套与铝塑复合带间不小于 0.8 N/mm；钢塑复合带与外护套间不小于 1.4 N/mm。

6.4.6 铝塑复合带接续处的抗张强度不低于相邻段同样长度无接头铝塑复合带抗拉强度的 80 %。

6.4.7 聚烯烃护套与铝带间、聚烯烃护套与钢塑复合带间的附着力应不小于 1.4 N/mm。

表 13 护套的机械物理性能

序号	项目	试验条件		单位	技术要求
1	护套抗张强度， 中值	LLDPE	23℃±5℃	MPa	≥10
		MDPE			≥12
		HDPE			≥16
		LSNHP			≥10
2	护套断裂伸长率， 中值	LLDPE,MDPE,HDPE	23℃±5℃	%	≥350
		LSNHP			≥125
	护套热老化后的 断裂伸长率， 中值	LLDPE,MDPE,HDPE	100℃±2℃,24h×10	%	≥300
		LSNHP	100℃±2℃,24h×7		%
		3	护套耐环境应力 开裂性能	浸泡时间	96h
4	护套热收缩率	LLDPE	100℃±2℃,4h	%	≤5
		MDPE	115℃±2℃,4h		
		HDPE	115℃±2℃,4h		
		LSNHP	100℃±2℃,4h		
注1：LSNHP为无卤低烟阻燃聚烯烃					
注2：断裂伸长率变化率EB= $\frac{\text{老化前断裂伸长率}-\text{老化后断裂伸长率}}{\text{老化前断裂伸长率}}\times 100\%$					

6.5 环境性能

通信电缆的环境性能应符合表14的规定。

6.6 阻燃性能

6.6.1 无卤低烟阻燃聚烯烃护套电缆应能通过满足 GB/T 18380.12 规定的单根垂直燃烧试验。

6.6.2 当有要求时，电缆应满足 GB/T 18380.33—2022 或 GB/T 18380.34—2022 或 GB/T 18380.35—2022 中附录 B 规定的成束燃烧等级的要求，碳化高度应不大于 1.5 米。

6.6.3 无卤低烟阻燃聚烯烃护套电缆在特定条件下燃烧的烟密度的透光率应不小于 60 %。

6.6.4 无卤低烟阻燃聚烯烃护套电缆材料燃烧过程中产生的气体，卤酸气体含量应不大于 0.5 %，燃烧气体的 pH 值应不小于 4.3，电导率应不大于 10 μS/mm。

6.7 环保性能

通信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5的规定。

表 14 环境性能的技术要求

序号	项目名称	试验条件	技术要求
1	填充式电缆的抗渗水性能	无外护层填充式电缆：T 型水密套管 有外护层填充式电缆：L 型水密套管（23 型电缆铠装层可不检验） 试验温度：（20±5）℃ 水柱高度：1 m 试样长度：3 m 气压：86~100 kPa 试验时间：24 h	试验后应无水渗出
2	填充电缆的滴流性能	处理温度：（65±1）℃ 处理时间：24 h	应无填充复合物从缆芯及缆芯与护套的界面上流出
3	电缆低温弯曲性能	电缆外径< 40 mm：芯轴直径=电缆外径的 15 倍 电缆外径≥ 40 mm：芯轴直径=电缆外径的 20 倍 处理温度：（-20±2）℃ 处理时间：4 h	试验后弯曲区应无目力可见的护套裂纹和铝带裂纹
4	钢带纵包铠装电缆扭转试验	预处理温度：（18~27）℃ 预处理时间：≥ 24 h 电缆外径< 51 mm：扭转角度≥ 540° 电缆外径≥ 51 mm：扭转角度≥ 360°	聚烯烃护套应无裂纹

7 试验方法

7.1 结构、尺寸和外观

- 7.1.1 对产品的线对数、排列、线对色谱用目力检查，并按YD/T 322—2013中5.1的规定进行。线对的绞合节距按YD/T 837.5规定进行。
- 7.1.2 扎带色谱及扎带排列用目力检查。
- 7.1.3 护套外观用目力检查。
- 7.1.4 纵包铝带、钢带重叠宽度，钢带绕包间隙，钢带厚度、宽度测试按YD/T 837.5规定进行。
- 7.1.5 护套厚度测试按YD/T 837.5规定进行。
- 7.1.6 识别标志、包装用目力检查，长度标志误差测试按YD/T 837.5规定进行。

7.2 完整性

- 7.2.1 绝缘完整性在挤塑生产线上进行火花试验。对于实心聚烯烃绝缘导线，所用直流试验电压为（2~6）kV；对于泡沫或泡沫皮聚烯烃绝缘导线，应为（1~3）kV。各种直径导线的绝缘每 12 km 允许有一个针孔或类似的缺陷。
- 7.2.2 对填充式电缆护套完整性，应在挤塑生产线上用火花试验来检验，试验电压至少为工频 8 kV 或直流 12 kV，电缆护套应无击穿点。
- 7.2.3 对非填充式电缆护套完整性，应在挤塑生产线上用火花试验来检验，试验电压至少为工频 8 kV 或直流 12 kV，电缆护套应无击穿点。并且用充气试验来检验，充入压力为 50~100kPa 的干燥空气或氮气，在电缆全长气压均衡后 3 h（有外护层电缆 6 h）内，电缆内的气压不应降低。对有外护层的电缆，应先在装外护层之前检验一次。

7.3 电气性能

7.3.1 成品的电气性能试验方法按 YD/T 322—2013 中 5.1 的规定进行。

7.3.2 理想屏蔽系数试验方法按 GB/T 5441—2016 的规定进行。

7.4 机械物理性能

7.4.1 铜导体断裂伸长率按 YD/T 837.3—1996 中 4.1 的规定进行。

7.4.2 铜导体接头抗拉强度按 YD/T 837.3—1996 中 4.1 的规定进行。

7.4.3 从成品电缆上取下的绝缘的机械物理性能的试验方法按 YD/T 837.3—1996 的规定进行。

7.4.4 从成品电缆上取下的聚乙烯护套机械物理性能的试验方法按 YD/T 837.3—1996 的规定进行。

7.4.5 非填充式电缆铝塑复合带纵包重叠宽度上、聚烯烃套与铝塑复合带间、钢塑复合带与外护套间任何部分的平均剥离强度试验方法按 YD/T 837.3—1996 中 4.2 的规定进行。

7.4.6 铝塑复合带接续处的抗张强度试验方法按 YD/T 837.3—1996 中 4.2 的规定进行。

7.4.7 聚烯烃护套与铝带间、聚烯烃护套与钢塑复合带间的附着力试验方法按 YD/T 837.3—1996 中 4.9 的规定进行。

7.5 环境性能

填充式电缆的抗渗水性能、填充电缆的滴流性能、电缆低温弯曲性能按 YD/T 837.4 的规定进行。钢带纵包铠装电缆扭转试验按 YD/T 837.3—1996 的规定进行。

7.6 阻燃性能

7.6.1 无卤低烟阻燃聚烯烃护套电缆的单根电缆垂直燃烧试验按 GB/T 18380.12 的规定进行。

7.6.2 当用户有对成束电缆火焰蔓延试验 A 类、B 类或 C 类要求时，试验按照按 GB/T 18380.33、GB/T 18380.34 或 GB/T 18380.35 的规定进行。

7.6.3 燃烧的烟密度测量方法按照 GB/T 17651—2021 的规定进行。

7.6.4 当电缆采用无卤低烟阻燃聚烯烃护套，在燃烧时其卤酸气体释放的 pH 加权值和电导率的试验方法按 GB/T 17650.2—2021 的规定进行。

7.7 环保性能

通信电缆组成材料的试验方法按 SJ/T 11363 和 RoHS 2.0 的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分出厂检验和型式检验，检验项目见表 15。

8.2 通信电缆需经制造厂的检验部门检验，检验合格后方能出厂，出厂产品应附有质量检验合格证。

8.3 通信电缆的检验应在护套挤出至少 16 h 后进行。

表 15 检验项目

序号	检验项目			技术要求	试验方法	出厂检验		型式检验	
						全检	抽检		
1	结构、尺寸、外观、标志、包装	缆芯结构	线对数	6.1.1	7.1.1	√	-	√	
			线对绞合节距	6.1.1	7.1.1	-	-	√	
			绝缘色谱	6.1.1	7.1.1	√	-	√	
			排列	6.1.2	7.1.2	√	-	√	
			扎带的色谱	6.1.2	7.1.2	√	-	√	
		护套外观			6.1.3	7.1.3	√	-	√
		钢带	绕包间隙	6.1.4	7.1.4	-	-	√	
			宽度及厚度	6.1.4	7.1.4	-	-	√	
		铝塑复合带厚度、重叠宽度			6.1.4	7.1.4	-	√	√
		钢塑复合带厚度、搭接宽度			6.1.4	7.1.4	-	√	√
		护套厚度	内护套厚度	6.1.5	7.1.5	√	-	√	
			外护套厚度	6.1.5	7.1.5	√	-	√	
		标志	识别标识	9.1.1	7.1.6	√	-	√	
			长度标志及误差	9.1.2	7.1.6	√	-	√	
		包装			9.2	7.1.6	√	-	√
2	完整性	绝缘完整性		6.2.1	7.2.1	在挤塑生产线上进行			
		护套完整性	填充式电缆	6.2.2	7.2.2	在挤塑生产线上进行			
			非填充式电缆	6.2.2	7.2.3	√	-	-	
3	电气性能	导体直流电阻			6.3	7.3.1	√	-	√
		线对直流电阻不平衡			6.3	7.3.1	√	-	√
		绝缘电阻			6.3	7.3.1	√	-	√
		绝缘电气强度			6.3	7.3.1	√	-	√
		工作电容			6.3	7.3.1	-	√	√
		工作电容差			6.3	7.3.1	-	√	√
		电容不平衡			6.3	7.3.1	-	√	√
		固有衰减			6.3	7.3.1	-	√	√
		近端串音衰减			6.3	7.3.1	-	√	√
		远端串音防卫度			6.3	7.3.1	-	√	√
		绝缘芯线混线、断线，铝带连通性			6.3	7.3.1	√	-	√
		理想屏蔽系数			6.3	7.3.2	-	-	√

表 15 （续）

4	机械 物理 性能	铜导线的断裂伸长率		6.4.1	7.4.1	-	-	√
		铜导线接头处的抗拉强度		6.4.2	7.4.2	-	-	√
		绝缘颜色迁移		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		绝缘抗张强度和断裂伸长率		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		绝缘低温卷绕性能		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		绝缘热收缩率		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		绝缘老化后的耐缠绕性能		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		绝缘抗压性能		6.4.3	7.4.3	-	-	√
		护套抗张强度和断裂伸长率		6.4.4	7.4.4	-	-	√
		护套耐环境应力开裂性能		6.4.4	7.4.4	-	-	√
		护套热收缩率		6.4.4	7.4.4	-	-	√
		剥离强度		6.4.5	7.4.5	-	√	√
		铝带接头处的抗张强度		6.4.6	7.4.6	-	-	√
		金属带与护套间的附着力试验		6.4.7	7.4.7	-	-	√
5	环境 性能	填充式电缆抗渗水性能		6.5	7.5	-	-	√
		填充式电缆的滴流性能		6.5	7.5	-	-	√
		电缆低温弯曲性能		6.5	7.5	-	-	√
		钢带纵包铠装电缆扭转试验		6.5	7.5	-	-	√
6	燃烧 性能	低烟无卤电缆的单根垂直燃烧试验		6.6.1	7.6.1	-	-	√
		低烟无卤电缆 的成束燃烧试 验	A类	6.6.2	7.6.2	-	-	√
			B类	6.6.2	7.6.2	-	-	√
			C类	6.6.2	7.6.2	-	-	√
		烟密度的透光率		6.6.3	7.6.3	-	-	√
		腐蚀性	pH加权值	6.6.4	7.6.4	-	-	√
			电导率（无卤测试）	6.6.4	7.6.4	-	-	√
7	环保性 能	电缆材料中禁用物质的含量		6.7	7.7	客户要求时		

8.3.1 出厂检验

8.3.1.1 出厂检验以制造长度电缆为单位产品（以下简称盘），并以同一时间内，采用相同材料和工艺连续生产的同一型式的若干盘电缆组成一个检查批。

8.3.1.2 出厂检验项目分为全检和抽检。

8.3.1.3 全检项目是每一检查批的每盘通信电缆都需要进行检验。

8.3.1.4 抽检项目是从每一检查批次中随机抽取规定比例的通信电缆进行相应项目的检验，每批抽取10 %盘，但不少于1盘；通信电缆中芯线或线对的抽检方案见表16。

8.3.1.5 出厂抽检出现不合格项目时，应重新抽取双倍数量的通信电缆就不合格项目进行检验，如仍有不合格，则应对该批全部通信电缆的这一项目进行检验。

表 16 通信电缆中芯线或线对的抽检方案

序号	项目	抽检方案
1	绝缘电气强度	全部绝缘芯线
2	绝缘芯线混线、断线	全部绝缘芯线
3	铝带连通性	每盘通信电缆
4	绝缘电阻	每种颜色的绝缘芯线各2根
5	直流电阻	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检
6	线对直流电阻不平衡	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检
7	工作电容	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检
8	工作电容差	缆芯按单位分层时，分别测量最外层和最内层单位中的线对；缆芯只有一层时，分别测量这种单位内最外层和最内层的线对（交叉绞电缆除外）。 任何情况下，最外层和最内层先对应分别不少于通信电缆标称线对数的5%，但不超过25对
9	线对对地电容不平衡	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检
10	线对与线对间电容不平衡	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检。 当抽检对象为同心层绞式时，可仅测量同层相邻线对间及相隔1对的线对间的电容不平衡
11	固有衰减	25对以上通信电缆至少抽检1个基本单位，25对及以下通信电缆全检
12	近端串音防卫度	30对及以下通信电缆： 通信电缆内全部线对组合 30对以上电缆： 单位内：至少1个基本单位或（和）2个子单位； 单位间：至少1个相邻、1个相对、1个不同超单位内的基本单位或（和）子单位
13	远端串音防卫度	30对及以下电缆：通信电缆内全部线对组合 30对以上电缆：至少1个基本单位或（和）2个子单位 单线对功率和：对有超单位的通信电缆，单线对功率和应在该超单位内线序连续的两个基本单位的50个线对上测量；对没有超单位的通信电缆，应在两个相邻基本单位上测量。这50个线对不得包含不完整的基本单位。当电缆内标称线对数少于50时，应在全部线对上测量

8.3.2 型式检验

8.3.2.1 在正常生产时，型式检验每年至少进行一次。遇到下列情况之一时也应进行型式检验。

- 正常生产后，如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；
- 产品试制定型鉴定时；
- 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的差异时；
- 当使用过程中出现问题或客户要求时。

8.3.2.2 型式检验是对产品进行的全性能检验,应包含表 15 中的全部项目,型式检验应在出厂检验合格的电缆中随机抽取具有代表性的电缆,每种型号电缆 1 盘。

8.3.2.3 对于型式检验的电缆:除单位间近端串音的抽取数量按照出厂检验外,其他电气性能检验的线对试样数量至少是出厂检验抽检数量的 2 倍;绝缘芯线的机械物理性能试验,每种规格绝缘线径每种颜色至少抽测 1 组;铜导线、护套的机械物理性能试验至少每种规格抽测 1 盘。

8.3.2.4 型式检验出现不合格项目时,应重新抽取双倍数量的试样就不合格项目进行检验。如仍有不合格,则应判型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 识别标识

通信电缆护套外表面上应印有制造厂名或其代号、制造年分及电缆型号,间距应不大于 1 m。成品电缆标志符合 GB/T 6995.3 规定。

9.1.2 长度标志及误差

通信电缆护套外表面上印有白色能永久辨认的清晰长度标志,也可以用激光印字,长度标志以米为单位,标志间距不大与 1 m,长度标志误差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。

9.2 包装

9.2.1 通信电缆整齐地绕在电缆盘上交货,电缆盘符合 JB/T 8137 规定,通信电缆盘的筒体直径不小于电缆外径的 15 倍。

9.2.2 通信电缆两端头加端帽进行密封。两端头固定在侧板上,使得在检验电气性能时易于取到。

9.2.3 装盘的非填充式电缆,充有 (30~50) kPa 的干燥空气或氮气,并在一端装有气门嘴。

9.2.4 通信电缆盘上标明:

- a) 制造厂名称;
- b) 通信电缆型号、本标准编号;
- c) 通信电缆长度 m;
- d) 毛重 kg;
- e) 出厂盘号;
- f) 制造日期: 年 月;
- g) 表示通信电缆盘正确旋转方向的箭头。

9.3 运输和存储

通信电缆在运输和存储过程中应该注意以下事项:

- a) 保持端部密封,防止电缆受潮、浸水;
- b) 贮存于干燥、通风、远离火源的地方;
- c) 防止严重弯曲、挤压变形等机械损伤。

10 质量承诺

10.1 在正常的运输、贮存和客户使用条件下，质保期为交付使用后 36 个月，在质保期内应提供以下服务：

- a) 由于制造上的原因而损坏时，应负责包修、包退、包换；
- b) 产品发生质量问题时，应在 8 h 内响应，48 h 内为客户提供解决方案。

10.2 每一盘产品具有专属条形码或标识码，对产品生产日期、生产机台、生产人员、原材料信息、检测等信息进行追溯。



附 录 A
(规范性附录)
绝缘颜色的孟塞尔色标

绝缘颜色的孟塞尔色标见表A. 1。

表 A. 1 绝缘颜色的孟塞尔色标

颜色	标准	允许偏差					
		色调		明度		彩度	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大
红	2.5R 4/12	10RP 4/12	5.5R 4/12	2.5R 3.5/12	2.5R 5/12	2.5R 4/10	-
桔	2.5YR6/14	10R 6/14	5YR 6/14	2.5YR 5/14	2.5YR 7/12	2.5YR 6/10	-
棕	2.5YR3.5/6	7.5R 3.5/6	7.5YR 3.5/6	2.5YR 2.5/6	2.5YR 4.5/6	2.5YR 3.5/4.5	2.5YR 3.5/8
黄	5Y 8.5/12	1.25Y 8.5/12	8.75Y 8.5/12	5Y 7.5/12	-	5Y 8.5/8	-
绿	2.5G 5/12	9GY 5/12	5G 5/12	2.5G 4/10	2.5G 6/12	2.5G 5/8	-
蓝	2.5PB4/10	7.5B 4/10	5PB 4/10	2.5PB 3/10	2.5PB 5.2/10	2.5PB 4/8	-
紫	2.5P 4/10	10PB 4/10	5P 4/10	2.5P 3/10	2.5P 5.5/10	2.5P4/5.5	-
白	N9/	明度偏差	最小	最大			
		色调彩度偏差	N8.75/	不规定			
			5R 9/1	5G 9/0.5			
			5YR 9/1	5B 9/0.5			
			5Y 9/1	5P 9/0.5			
灰	N5/	明度偏差	最小	最大			
		色调彩度偏差	N4.5/	N6/			
			5R 5/0.5	5B 5/0.5			
			5Y 5/0.5	5P 2/0.5			
			5G 5/0.5				
黑	N2/	明度偏差	最小	最大			
		色调彩度偏差	不规定	N2.3/			
			5R 2/0.5	5B 2/0.5			
			5Y 2/0.5	5P 2/0.5			
			5G 2/0.5				
注：R—红，Y—黄，G—绿，B—蓝，P—紫，N—中性(白，灰，黑)							

附录 B
(规范性附录)
推荐的缆芯结构

推荐的缆芯结构见表B.1。

表 B.1 推荐的缆芯结构

标称对数	缆芯结构			
5	同心式或交叉式			
10	同心式或交叉式			
15	同心式或交叉式	3×5		
20	同心式或交叉式	4×5		
25	同心式或交叉式			
30	(8+9+8) +5			
50	2× (12+13)			
100	4×25	1×25+3× (12+13)		
200	1×50+6×25	(2+6) ×25	(1+7) ×25	4×50
300	(3+9) ×25	(1+5) ×50	3×100	
400	(1+5+10) ×25	1×100+6×50	4×100	
500	(2+8) ×50	1×100+8×50	(1+4) ×100	
600	(3+9) ×50	(1+5) ×100		
800	(1+5+10) ×50	(1+7) ×100		
900	(1+6+11) ×50	4×50+7×100		
1000	(1+7+12) ×50	(2+8) ×100		
1200	(3+8+13) ×50	(3+9) ×100		
1600	(1+5+10) ×100			
1800	(1+6+11) ×100			
2000	(1+7+12) ×100			
2400	(3+8+13) ×100			

附 录 C
(规范性附录)
无外护层电缆的最小护套厚度

表C.1和表C.2为无外护层电缆的最小护套厚度要求。

表 C.1 实心聚烯烃绝缘电缆的最小护套厚度

单位：mm

标称线径	电缆最小护套厚度（mm）											
	0.40		0.50		0.60		0.70		0.80		0.90	
标称对数	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充
5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
10	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
15	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
20	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
25	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
30	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6	1.4
50	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6	1.6	1.8	1.6
100	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8
200	1.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.8	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0
300	1.6	1.6	1.8	1.6	2.0	1.8	2.0	1.8	2.0	2.0	—	—
400	1.8	1.6	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—
500	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
600	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
800	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
900	2.2	2.0	2.4	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	2.2	2.0	2.4	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	2.2	2.0	—	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	2.4	2.2	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
1800	—	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 C.2 泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘电缆的最小护套厚度

单位：mm

标称线径	电缆最小护套厚度（mm）											
	0.40		0.50		0.60		0.70		0.80		0.90	
标称对数	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充
5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
10	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
15	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
20	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
25	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
30	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
50	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6	1.4
100	1.4	1.4	1.6	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6	2.0	1.8
200	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.6	2.0	1.8	2.2	2.0
300	1.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.8	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—
400	1.8	1.6	1.8	1.8	2.0	1.8	—	—	—	—	—	—
500	1.8	1.6	2.0	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—
600	1.8	1.8	2.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
800	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
900	2.0	1.8	2.2	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	2.0	1.8	2.2	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	2.2	2.0	2.4	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	2.2	2.0	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
1800	2.4	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	2.4	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	2.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

附 录 D
(规范性附录)
无外护层电缆的最大外径

表D. 1和D. 2为无外护层电缆的最大外径要求。

表 D. 1 实心聚烯烃绝缘电缆的最大外径

单位：mm

标称线径	电缆最大外径（mm）											
	0.40		0.50		0.60		0.70		0.80		0.90	
标称对数	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充
5	11.5	10.5	12.5	11.5	13.5	12.5	14.5	13.5	15.5	14.5	16.5	15.5
10	12.5	11.5	14.0	12.5	15.0	14.0	17.5	15.0	19.0	17.5	21.5	19.0
15	14.5	13.0	16.0	14.5	17.0	16.0	18.5	17.0	20.0	18.5	22.0	20.0
20	15.0	13.5	17.0	15.0	19.0	17.0	21.0	19.0	23.5	21.0	25.0	23.5
25	16.0	14.5	18.0	16.0	20.0	18.0	22.0	20.0	24.5	22.0	27.0	24.5
30	17.0	15.0	19.5	17.0	21.5	19.5	24.5	21.5	27.0	24.5	29.5	27.0
50	20.0	17.5	23.0	20.0	25.0	23.0	29.0	25.0	32.5	29.0	36.0	32.5
100	25.5	22.5	29.0	25.5	33.0	29.0	38.5	33.0	44.0	38.5	48.0	44.0
200	32.5	28.0	38.5	32.5	44.5	38.5	52.5	44.5	59.5	52.5	64.0	59.5
300	38.0	32.5	45.5	38.0	53.5	46.0	62.0	53.5	70.5	62.0	—	—
400	42.5	36.5	52.0	43.5	60.5	52.5	—	—	—	—	—	—
500	46.5	39.5	56.5	47.5	—	—	—	—	—	—	—	—
600	50.0	42.5	61.0	51.5	—	—	—	—	—	—	—	—
800	57.5	49.0	69.5	58.5	—	—	—	—	—	—	—	—
900	60.5	51.5	73.0	61.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	62.5	53.0	76.0	64.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	67.0	57.5	—	69.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	76.5	65.0	—	78.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1800	—	68.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	—	71.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	75.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：当大对数电缆的最大外径超过72.0mm时，为了适应管道的具体情况，在保持电缆的性能符合本标准规定的情况下，电缆的最大外径可由用户与制造厂协商确定。

表 D.2 泡沫、泡沫皮聚烯烃绝缘电缆的最大外径

单位：mm

标称线径	电缆最大外径（mm）											
	0.40		0.50		0.60		0.70		0.80		0.90	
标称对数	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充	填充	非填充
5	10.0	10.5	11.0	11.0	12.5	11.5	14.0	13.0	14.5	13.5	15.5	14.5
10	11.5	11.5	12.5	12.5	14.0	13.0	15.5	14.5	17.0	15.5	17.5	16.5
15	13.0	12.5	14.5	13.5	15.5	14.5	17.5	16.5	18.5	17.5	19.5	18.5
20	13.5	13.0	15.0	14.5	17.0	15.5	19.0	17.5	20.5	19.0	21.5	20.5
25	14.5	13.5	16.5	15.5	18.5	16.5	20.5	19.5	22.5	20.5	23.5	21.5
30	15.0	14.5	17.0	16.5	19.5	17.5	21.5	20.5	24.0	21.5	26.5	24.0
50	17.5	17.0	20.0	19.5	23.0	21.0	25.5	24.0	28.5	25.5	31.5	28.5
100	23.0	22.0	25.5	24.5	29.5	26.0	33.5	30.5	38.5	34.0	41.5	38.0
200	28.5	26.0	33.5	32.0	39.5	34.5	44.5	40.5	52.0	45.5	54.5	49.5
300	34.0	30.0	39.5	37.5	46.5	41.5	54.5	47.5	61.5	54.5	—	—
400	38.5	33.5	45.0	41.5	53.5	46.5	—	—	—	—	—	—
500	42.0	36.0	51.0	45.0	—	—	—	—	—	—	—	—
600	45.5	39.0	53.0	49.5	—	—	—	—	—	—	—	—
800	52.0	44.5	60.5	55.5	—	—	—	—	—	—	—	—
900	54.5	47.0	63.5	58.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1000	57.0	49.0	66.0	61.0	—	—	—	—	—	—	—	—
1200	61.5	52.5	71.5	66.0	—	—	—	—	—	—	—	—
1600	69.0	59.5	—	74.5	—	—	—	—	—	—	—	—
1800	73.0	62.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2000	76.0	65.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	70.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
注：当大对数电缆的最大外径超过72.0mm时，为了适应管道的具体情况，在保持电缆的性能符合本标准规定的情况下，电缆的最大外径可由用户与制造厂协商确定。												

附 录 E

(规范性附录)

线对直流电阻不平衡、工作电容差、串音的计算公式

E.1 线对直流电阻不平衡计算公式

$$\Delta R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\min}} \times 100\% \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

 ΔR —线对导线直流电阻不平衡, %; $R_{\max}$ —线对导线中较大的直流电阻值, 单位为欧姆 (Ω); $R_{\min}$ —线对导线中较小的直流电阻值, 单位为欧姆 (Ω)。

E.2 填充式电缆工作电容差计算公式

$$\Delta C = \left(\frac{\bar{C}_0 - \bar{C}_i}{\bar{C}_i} - \frac{\bar{R}_0 - \bar{R}_i}{\bar{R}_0} \right) \dots\dots\dots (E.2)$$

式中:

 ΔC —电容差, %; $\bar{C}_0$ —电缆最外层若干线对的工作电容平均值, 单位为毫微法 (nF); $\bar{C}_i$ —电缆最内层若干线对的工作电容平均值, 单位为毫微法 (nF); $\bar{R}_0$ —电缆最外层若干导线的直流电阻平均值, 单位为欧姆 (Ω); $\bar{R}_i$ —电缆取内层若干导线的直流电阻平均值, 单位为欧姆 (Ω)。

E.3 近端串音衰减平均值及标准差计算公式

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n N_{ij}}{n} \dots\dots\dots (E.3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_{ij} - M)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (E. 4)$$

式中：

M —近端串音衰减平均值，单位为分贝（dB）；

S —近端串单衰减标准差，单位为分贝（dB）；

n —要统计的相互串扰的线对组合数；

N_{ij} —线对*i*和线对*j*间的近端串音衰减，单位为分贝（dB）。

E. 4 远端串音防卫度功率平均值计算公式

$$MP = -10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{-EF_{ij}/10}}{n} \dots\dots\dots (E. 5)$$

式中：

MP —远端串音防卫度功率平均值，单位为分贝（dB）；

n —要统计的相互串扰的线对组合数；

EF_{ij} —线对*i*和线对*j*间的远端串音防卫度，单位为分贝/公里（dB/km）。

E. 5 远端串音防卫度单线对功率和计算公式

$$IPS_j = -10 \lg \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^m 10^{-EF_{ij}/10} \dots\dots\dots (E. 6)$$

式中：

IPS_j —线对*j*的功率和，单位分贝/公里（dB/km）；

m —要统计的线对*i*串扰到线对*j*的线对组合数；

EF_{ij} —线对*i*和线对*j*间的远端串音防卫度，单位为分贝/公里（dB/km）。