

国家电线电缆质量监督检验中心技术规范

TICW/06—2009

计算机与仪表电缆

2009-05-01 发布

2009-05 -01 实施

国家电线电缆质量监督检验中心 发布

编者按

随着电线电缆行业的发展和竞争的加剧,人们的目光又投向了特种电线电缆产品上,所谓特种电线电缆在使用场合、产品技术性能指标上肯定有其特殊性,因而较普通电缆具有较高的利润率,目前正被众多电缆企业争相开发并投放市场。

但对于目前量大面广的氟塑料电缆、硅橡胶电缆和计算机及仪表电缆等特种电缆目前都没有统一的技术规范,各个企业各自为政,制造的电缆结构尺寸要求、使用的材料及要求、电压等级、使用环境温度、规格截面、使用场合等等都不统一,非常不规范,给用户的选择和使用带来很大的麻烦,并且由于没有国家和行业标准,产品要求不规范,产品质量良莠不齐,这些电缆市场监管无法可依,大量不合格或劣质电缆充斥市场,不仅为用户带来了不必要的经济损失,也为使用电缆的设备安全运行带来了很大的隐患,严重威胁着电气控制设备、电力系统的正常运行及人身财产的安全,同时也严重影响了电缆行业的声誉,近期特种电缆出现质量事故和纠纷案例的增加充分说明了这一点。

为此国家电线电缆质量监督检验中心依托上海电缆研究所五十几年的技术底蕴、本身二十几年的检测经验和人才优势,应广大特种电缆使用者的要求,邀请了国内众多在特种电缆制造方面技术领先的电缆制造企业,以国内外最新的相关标准和用户要求为基础,编制了计算机及仪表电缆等特种电缆技术规范。

计算机及仪表电缆等特种电缆技术规范的制定,必将在很大程度上净化国内计算机及仪表电缆等特种电缆型号混乱、产品质量参差不齐的局面,有利于产品质量的提高和控制,并将使设计院有了选择电缆的依据,采购方和用户有了产品质量考核的依据。

前 言

本规范主要参照了 BS5308 标准《供内部安全系统用检测仪器电缆》、IEC 60092-376: 2003《船舶电气设施 第 376 部分: 150/250V (300V) 船舶控制电路和测量仪表电路用电缆》和 GB/T 9330《塑料绝缘控制电缆》及 GB/T 12706.1-2002、GJB 773A-2000、HG/T 2904-1997(等效于 ASTM D2116-02)、GB/T 5013.3-2008/IEC 60245-3:2003、IEC 60092-351、IEC 60092-353、IEC 60092-375 等标准。

本规范参照依据 GB/T 1.1-2000 和 GB/T 1.3-1997

本规范的附录 A、附录 B、附录 C 是规范性附录, 附录 D 是资料性附录。

本规范由国家电线电缆质量监督检验中心提出。

本规范由国家电线电缆质量监督检验中心归口并负责解释。

本规范负责起草单位: 国家电线电缆质量监督检验中心。

本规范参加起草单位和主要起草人:

国家电线电缆质量监督检验中心	吴长顺	陈志刚	杨立志	毛阿兴	龚国祥	潘建忠
扬州亚光电缆有限公司	胡志钱		远东控股集团有限公司			胡清平
安徽新亚特电缆集团有限公司	王安东		兴乐集团有限公司			张成学
上海胜华电缆(集团)有限公司	陈余雷		扬州曙光电缆有限公司			梁国华
东莞市日新传导科技股份有限公司	刘涛		上海南洋电材有限公司			陈文刚
安徽江淮电缆集团有限公司	付世财		江苏华宇电缆有限公司			张岳明
安徽华星电缆集团有限公司	吴俊生		江苏亨通电力电缆有限公司			管新元
安徽华能电缆集团有限公司	周友芝		安徽华菱电缆集团有限公司			李万松
无锡市沪安电线电缆有限公司	钱晓娟		常州八益电缆有限公司			胡启付
宝胜科技创新股份有限公司	房权生		江苏长城电缆有限公司			胡永斌

计算机及仪表电缆

1 范围

本规范规定了计算机及仪表电缆的代号、结构、技术要求、试验方法和验收规则等。

本规范适用于电子计算机系统、监控回路、自动化控制系统的信号传输及检测仪器、仪表连接用连接线。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB/T 2951—2008	电缆绝缘和护套材料通用试验方法
GB/T 2952	电缆外护层
GB/T 3048—2007	电线电缆电性能试验方法
GB/T 3956	电缆的导体
GB 5441—85	通信电缆试验方法
GB/T 6995	电线电缆识别标志
GB/T 9330.1—2008	塑料绝缘控制电缆 第1部分：一般规定
GB/T 17650—1998	取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法
GB/T 19666—2005	阻燃和耐火电线电缆通则
JB/T 8137—1999	电线电缆交货盘
JB/T 10696.7—2007	电线电缆机械和理化性能试验方法 第7部分：抗撕试验

3 使用条件

3.1 工作电压：交流50Hz U_0/U 300/500V

3.2 电缆长期最高工作温度：

聚乙烯绝缘电缆	+70℃；
聚氯乙烯绝缘电缆	+70℃；
无卤低烟聚烯烃绝缘电缆	+70℃；
交联聚乙烯绝缘电缆	+90℃；
硅橡胶绝缘电缆	+180℃；
氟塑料绝缘电缆	+200℃

4 产品代号说明、表示方法及产品规格

4.1 代号

系列代号

计算机及仪表用电缆 DJ

导体特征代号

铜导体 省略

绝缘特征代号

聚乙烯绝缘	Y
无卤低烟阻燃聚烯烃绝缘	E
聚氯乙烯绝缘	V
交联聚乙烯绝缘	YJ
硅橡胶绝缘	G
氟塑料绝缘	F

护套特征代号

聚乙烯护套	Y
无卤低烟阻燃聚烯烃护套	E
聚氯乙烯护套	V
硅橡胶护套	G
氟塑料护套	F

屏蔽特征代号

铜线或镀锡铜线编织屏蔽	P
铜带屏蔽（铜/塑复合带）	P2
铝/塑复合薄膜屏蔽	P3
钢带（钢/塑复合带）	P4
铝/塑复合带+铜丝编织总屏蔽	P5

结构特征代号

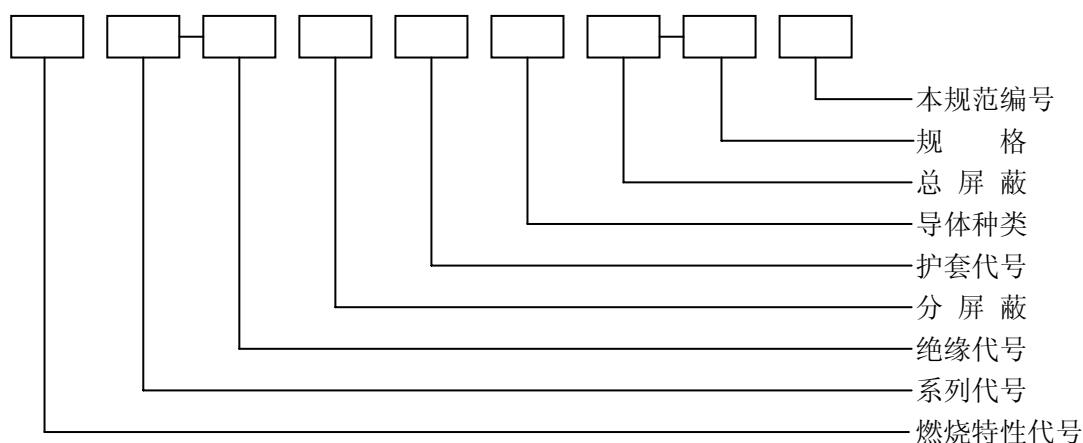
软结构(移动敷设用)	R
------------	---

燃烧特性代号

电缆燃烧特性代号和表示方法及燃烧特性要求符合 GB/T 19666 的规定。

4.2 产品表示方法

4.2.1 产品用型号、规格及本规范编号表示。



4.2.2 举例

- 10对2芯1.0mm²铜导体聚乙烯绝缘铜线编织总屏蔽聚氯乙烯护套计算机电缆。
DJYVP 10×2×1.0 TICW/06-2009
- 20对2芯1.0mm²铜导体聚乙烯绝缘铝塑复合带分屏蔽及总屏蔽聚氯乙烯护套计算机电缆。
DJYP3VP3 20×2×1.0 TICW/06-2009
- 7对2芯1.0mm²铜导体聚乙烯绝缘铜带总屏蔽聚氯乙烯护套计算机电缆

DJYVP2 7×2×1.0 TICW/06-2009

d) 7对2芯1.5mm²铜导体氟塑料绝缘铜丝编织分屏蔽及总屏蔽氟塑料护套计算机软电缆。

DJFPFRP 7×2×1.5 TICW/06-2009

4.3 产品规格

产品规格见表1

表1 产品规格

型 号	标称截面 mm ²	成缆元件结构		
		对线组	三线组	四线组
聚乙烯绝缘、聚氯乙烯绝缘、 交联聚乙烯绝缘、 无卤低烟阻燃聚烯烃绝缘	0.5 0.75、1.0、1.5 、2.5	1~50	1~24	1~10
硅橡胶绝缘	0.5、0.75、1.0、1.5 、2.5	1~50	1~24	1~10
氟塑料绝缘	0.5、0.75、1.0	1~19	1~10	-
	1.5 、2.5	1~10	1~10	-

5 技术要求

5.1 导体

5.1.1 导体应符合 GB/T 3956 的第 1 种、第 2 种的要求，软导体符合 GB/T 3956 中的第 5 种导体。镀锡铜线还应符合 GB/T4910 中 TXR 型镀锡铜线的要求。

5.1.2 导体表面应光洁、无毛刺、无油污、无机械损伤。

5.2 绝缘

5.2.1 绝缘应为表 2 所列的挤包固体介质的一种

5.2.2 绝缘标称厚度应符合表 3 规定。绝缘的平均厚度应不小于标称厚度。其最薄处厚度应不小于标称厚度的 90%-0.1mm。

5.2.3 绝缘线芯如采用颜色识别标志，其颜色应符合 GB/T 6995 规定，颜色应不迁移、不褪色。

5.2.4 绝缘物理机械性能符合表 5 的要求。

5.2.5 绝缘线芯应按 GB/T3048 的规定经受 4kV 交流 50Hz 火花试验检查。

表2 绝缘混合料

绝缘混合料	代号	最高工作温度℃
聚乙烯	PE	70
无卤低烟阻燃聚烯烃	WJ1	70
聚氯乙烯	PVC/A	70
交联聚乙烯	XLPE	90
硅橡胶	G	180
氟塑料	F	200

表 3 绝缘厚度

导体标称截面 mm ²	绝缘厚度 mm				
	聚氯乙烯、无卤低烟阻燃聚烯烃	硅橡胶	聚乙烯	交联聚乙烯	氟塑料
0.5	0.6	0.7	0.5	0.4	0.35
0.75	0.6	0.7	0.6	0.5	0.35
1.0	0.6	0.7	0.6	0.5	0.40
1.5	0.7	0.8	0.6	0.6	0.40
2.5	0.7	0.8	0.7	0.6	0.40

表 4 绝缘线芯色谱

线对序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中心对 1	蓝/白	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —
中心对 2	蓝/白	红/蓝	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —
中心对 3	蓝/白	红/白	红/蓝	● —	● —	● —	● —	● —	● —	● —
中心对 4	蓝/白	红/白	绿/白	红/蓝	● —	● —	● —	● —	● —	● —
中心对 5	蓝/白	红/白	绿/白	红/白	红/蓝	● —	● —	● —	● —	● —
层绞对	蓝/白	除第 1 对 (蓝/白), 最后 1 对 (红/蓝) 以外的奇数对和偶数对以此类推								红/蓝

注：绝缘颜色可按用户要求选用。

5.3 成缆元件

5.3.1 成缆元件的结构

- a) 对线组——两根绝缘导体相互绞合在一起，并分别标定为 a 线、b 线；
- b) 三线组——三根绝缘导体相互绞合在一起，并分别标定为 a 线、b 线和 c 线；
- c) 四线组——四根绝缘导体相互绞合在一起，并分别标定为 a 线、b 线、c 线和 d 线。

5.3.2 成缆元件的节距

成品电缆中，1.5mm²及以下任一成缆元件的最大绞合节距应为 100mm；2.5mm²及耐火型电缆任一成缆元件的最大绞合节距应为 120mm。电缆中非屏蔽成缆元件相邻成缆元件宜采用不同的绞合节距。

5.3.3 成缆元件的识别

成缆元件可采用色带或数字或色谱识别。如采用色谱识别，对线组色谱推荐采用蓝/白、红/白、绿/白、红/蓝，蓝/白对为标志对，其色谱推荐按表 4 规定执行。三线组和四线组色谱制造企业自定。

5.3.4 对于非屏蔽两对电缆也可采用四芯星绞组型式。星绞节距应不大于 150mm。

5.4 成缆元件分屏蔽

5.4.1 分屏蔽可采用金属带绕包或纵包或金属丝编织型式。软电缆如用于移动场合应采用铜丝编织结构型式。

5.4.2 对于金属带屏蔽，屏蔽带下应纵放一根标称截面不小于 0.2mm² 的圆铜线或镀锡圆铜线作为引流线，确保屏蔽的电气连续性。

金属屏蔽带的厚度为 0.05~0.10mm，重叠绕包层重叠率应不低于 25%，纵包重叠率应不低于 15%。复合带材其金属面应向内侧。包带层应平整不得漏包。

5.4.3 对于编织屏蔽层，编织单线直径不小于 0.12mm，编织密度不小于 80%。编织密度按 5.6.3 计算。

5.4.4 在屏蔽层的外面应绕包二层 0.05mm 厚的聚酯带或其它在电缆最高额定工作温度下不会熔融的非吸湿性带材，每层的最小搭盖为 25%，或是绕包一层，最小搭盖为 50%。

表 5 绝缘物理机械性能

序号	性能项目	单位	性能要求					
			PVC/A	PE	WJ1	XLPE	G	F
1	机械性能(GB/T 2951.11)							
1.1	原始抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	12.5	9.0	12.5	5.0	16
	原始断裂伸长率 最小	%	150	150	125	200	150	200
1.2	空气烘箱老化试验(GB/T 2951.12)							
	处理条件							
	——温度(偏差±2℃)	℃	100	100	100	135	200	240
	——时间	h	168	168	168	168	240	168
	老化后的抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	—	—	—	4.0	14
	变化率 最大	%	±25	±25	±30	±25	—	±30
	老化后的断裂伸长率 最小	%	150	—	100	—	120	200
	变化率 最大	%	±25	±25	±40	±25	—	±30
2	热延伸试验(GB/T 2951.21)							
	处理条件							
	——温度(偏差±3℃)	℃	—	—	—	200	200	—
	——负荷时间	min	—	—	—	15	15	—
	——机械应力	N/mm ²	—	—	—	0.2	0.2	—
	载荷下伸长率 最大	%	—	—	—	175	175	—
	冷却后永久伸长率 最大	%	—	—	—	15	25	—
3	抗开裂试验(GB/T 2951.31)							
	试验条件 温度(偏差±3℃)	℃	150	—	130	—	—	250
	时间	h	1	—	1	—	—	6
4	高温压力试验(GB/T 2951.31)							
	试验条件 温度(偏差±2℃)	℃	80	—	80	—	—	—
5	收缩试验(GB/T 2951.13)							
	标志间长度 L	mm	—	—	200	200	—	—
	温度(偏差±3℃)	℃	—	—	100	130	—	—
	持续时间	h	—	—	1	1	—	—
	最大允许收缩率	%	—	—	4	4	—	—
6	低温性能试验(GB/T 2951.14)							
	未经老化前进行试验							
	冷弯曲试验(直径<12.5 mm)							
	温度(偏差±2℃)	℃	-15	—	-15	—	-45	-55
	哑铃片的低温拉伸试验							
	温度(偏差±2℃)	℃	-15	—	-15	—	-45	-55
7	吸水试验(GB/T 2951.13)电气法							
	温度(偏差±2℃)	℃	70	—	—	—	—	—
	持续时间	h	240	—	—	—	—	—
8	吸水试验(GB/T2951.13)重量分析法							
	温度(偏差±2℃)	℃	—	—	—	85	—	—
	持续时间	d	—	—	—	14	—	—
	重量最大增量	mg/cm ²	—	—	—	1	—	—
9	耐酸碱试验(附录 B)		—	—	—	—	—	附录 B
10	腐蚀性(无卤)(GB/T 17650.2)							
	PH 值 最小		—	—	4.3	—	—	—
	电导率 最大	μ S/mm	—	—	10	—	—	—

5.5 缆芯结构

5.5.1 缆芯绞合

5.5.1.1 缆芯按同心式绞合，相邻层绞向相反，最外层绞向为右向。

5.5.1.2 缆芯绞合节距不大于成缆外径的 25 倍。

5.5.2 缆芯包带

5.5.2.1 缆芯外重叠绕包一层厚度为 0.05mm 聚酯带，也可采用其它在电缆最高额定工作温度下不会熔融的非吸湿性带材作为包带材料，其绕包重叠率不小于 50%；或绕包二层，绕包重叠率不小于 25%。

5.6 总屏蔽层

5.6.1 屏蔽形式：屏蔽形式分铜丝编织，复合带材绕包或纵包，铝塑复合带+铜丝编织等型式。软电缆如用于移动场合应采用铜丝编织结构型式。

5.6.2 金属带绕包或纵包

采用 0.05~0.10mm 的软铜带或符合金属带重叠绕包或纵包，重叠率应不小于 15%。复合带材其金属面应向内侧。包带时应在金属带下纵向放置一根标称截面不小于 0.5mm² 的圆铜线或镀锡圆铜线构成的引流线。

5.6.3 铜线编织

如果采用铜线编织，编织用圆铜线的标称直径应符合表 6 的规定，其编织密度应不小于 80%。

铜线编织时不允许铜线头裸露在编织层外面，铜线头裸露时应停车修整。铜线编织层不允许整体焊接。

表6 编织用圆铜线标称直径

编织前假定直径d mm	圆铜线标称直径 mm	编织前假定直径d mm	圆铜线标称直径 mm
d≤10	0.15	20<d≤30	0.25
10<d≤20	0.20	30<d	0.30

注：假定直径计算方法按照 GB/T 9330.1-2008 的附录 A 的规定（以下同），

其中：对线组线对假定外径 $d_p = D_c \times 2 + 2 \Delta_p$ mm

三线组线对假定外径 $d_p = D_c \times 2.16 + 2 \Delta_p$ mm

四线组线对假定外径 $d_q = D_c \times 2.42 + 2 \Delta_p$ mm

式中：

D_c —绝缘线芯假定直径；

Δ_p —分屏蔽层（如有）的标称厚度，其值按 GB/T 9330.1-2008 的附录 A 中 A.2.4 的规定。

成缆外径：

对线组： $D_p = d_p \times k \times cf$ mm cf ：分屏为 0.89，总屏为 0.82；

三线组： $D_p = d_p \times k \times cf$ mm cf ：分屏为 0.94，总屏为 0.87；

四线组： $D_q = d_q \times k \times cf$ mm cf ：分屏为 1.0，总屏为 1.0。

k 为成缆系数，见 GB/T 9330.1-2008 的附录 A

编织层编织密度按公式 1 计算

$$P = (2p - p^2) \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式 (1) 中：P——编织层编织密度，%

p ——单向覆盖系数

$$p = \frac{mnd}{\pi D} \left(1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2}\right)^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

式(2)中: D——编织层的平均外径, mm;
 d——编织铜线的直径, mm;
 m——编织机同一方向的锭数;
 n——每锭的编织线根数;
 L——编织节距, mm;

5.6.4 采用铝塑复合带+铜丝编织的编织型式时, 铝塑带的金属面应朝向铜丝编织层, 其绕包重叠率和编织密度分别符合 5.6.2 和 5.6.3 的要求。

5.6.5 总屏蔽层外允许重叠绕包一层 0.05mm 聚酯带或在电缆最高额定工作温度下不会熔融的非吸湿性带材。

5.7 铠装

如果用户对电缆有铠装要求, 铠装应符合 GB/T 2952 标准的规定。

注: 铠装不适用于氟塑料和硅橡胶绝缘电缆。

5.8 电缆外护层

5.8.1 护套材料: 护套应为表 7 所列的挤包固体介质的一种。外护套材料应与绝缘的工作温度等级相适应。

表 7 护套混合料

护套混合料	代号	正常运行时导体最高温度 ℃
聚乙烯	PE	70
无卤低烟阻燃聚烯烃	WH1	70
聚氯乙烯(PVC)	ST1	70
	ST2	90
硅橡胶	G	180
氟塑料	F	200

5.8.2 护套厚度

挤包护套标称厚度值 TS(以 mm 计)应按下列公式计算:

氟塑料护套 $TS = 0.025 D + 0.4$ 最小厚度为 0.6mm

硅橡胶护套 $TS = 0.035 D + 1.0$ 最小厚度为 1.4mm

其他护套材料: $TS = 0.025 D + 0.9$ 最小厚度为 1.0mm

式中: D——挤包护套前电缆的假定直径, mm。

上式计算出的数值应按四舍五入修约到 0.1mm。

护套平均厚度应不小于标称厚度, 其最薄处厚度应不小于标称厚度的 85%—0.1mm

5.8.3 护套应紧密挤包在缆芯上, 护套应均匀光洁园整无缺陷。护套机械物理性能符合表 9 的规定

6 成品电缆

6.1 电缆外径

如用户对电缆外径上下限值有要求, 其电缆外径平均上限值和平均下限值的规定值按照用户要求值, 若用户没有具体值, 则按附录 C 计算。

6.2 成品电缆绝缘物理机械性能符合第 5.2.5 条的要求

6.3 成品电缆护套物理机械性能符合第 5.8.3 条的要求

6.4 成品电缆的电压试验。成品电缆不浸入水中进行下述工频电压试验。

对无屏蔽和无铠装的电缆, 电压应加在导体之间, 试验电压值应为 1500V; 对有屏蔽或有铠装的电缆, 电压应加在导体之间和导体与接地的屏蔽和铠装之间, 试验电压值应为 1000V, 电压应逐渐增加, 并维持满 1 分钟, 绝缘应不击穿。

表 9 护套物理机械性能

序号	性能项目	单位	性能要求					
			ST1	ST2	WJ1	PE	G	F
1	机械性能(GB/T 2951.11)							
1.1	原始抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	12.5	9.0	12.5	6.0	16
	原始断裂伸长率 最小	%	150	150	125	150	150	150
1.2	空气烘箱老化试验(GB/T 29512)							
	处理条件							
	——温度(偏差±2℃)	℃	100	100	100	100	200	240
	——时间	h	168	168	168	168	240	168
	老化后的抗张强度 最小	N/mm ²	12.5	12.5	7.0	—	5.0	14
	变化率 最大	%	±25	±25	±30	±25	—	±30
	老化后的断裂伸长率 最小	%	150	150	110	—	120	200
	变化率 最大	%	±25	±25	±30	±25	—	±30
2	热延伸试验(GB/T 2951.21)							
	处理条件							
	——温度(偏差±3℃)	℃	—	—	—	—	200	—
	——负荷时间	min	—	—	—	—	15	—
	——机械应力	N/mm ²	—	—	—	—	0.2	—
	载荷下伸长率 最大	%	—	—	—	—	175	—
	冷却后永久伸长率 最大	%	—	—	—	—	25	—
3	抗撕试验(JB/T 10696.7)							
	抗撕强度 最小	N/mm	—	—	—	—	4.0	—
4	抗开裂试验(GB/T2951.31)							
	试验条件 温度(偏差±3℃)	℃	150	150	130	—	—	250
	时间	h	1	1	1	—	—	6
5	高温压力试验(GB/T 2951.31)							
	试验条件 温度(偏差±2℃)	℃	80	90	80	—	—	—
6	热失重试验(GB/T 2951.32)							
	处理条件							
	——温度(偏差±2℃)	℃	—	100	—	—	—	—
	——持续时间	h	—	168	—	—	—	—
	最大允许失重量	mg/cm ²	—	1.5	—	—	—	—
7	收缩试验(GB/T2951.13)							
	标志间长度 L	mm	—	—	200	200	—	—
	温度(偏差±3℃)	℃	—	—	100	80	—	—
	持续时间	h	—	—	1	1	—	—
	最大允许收缩率	%	—	—	4	3	—	—
8	低温性能试验(GB/T 2951.14)							
	未经老化前进行试验							
	冷弯曲试验(直径<12.5 mm)							
	温度(偏差±2℃)	℃	-15	-15	-15	—	-45	-55
	哑铃片的低温拉伸试验							
	温度(偏差±2℃)	℃	-15	-15	-15	—	-45	-55
	冷冲击试验							
	温度(偏差±2℃)	℃	-15	-15	-15	—	-45	-55
9	碳黑含量(仅适于黑色护套)(GB/T2951.41)							
	标称值	%	—	—	—	2.5	—	—
	偏差	%	—	—	—	±0.5	—	—
10	腐蚀性(无卤)(GB/T 17650.2)							
	PH值 最小		—	—	4.3	—	—	—
	电导率 最大	μ S/mm	—	—	10	—	—	—
11	耐酸碱试验(附录 A)		—	—	—	—	附录 A	附录 A

6.5 绝缘电阻

6.5.1 待测的每一导体相对于其余束在一起的导体/屏蔽/铠装之间的绝缘电阻,用直流 500V 电压试验,稳定充电 1 分钟后,PE、XLPE、F 绝缘 20℃时每公里应不小于 3000MΩ, G、PVC、WJ1 绝缘 20℃时每公里应不小于 25MΩ。

6.5.2 对于有单独屏蔽对的电缆,当试验电压为直流 500V,稳定充电 1 分钟后测得的屏蔽之间的绝缘电阻,20℃时每公里应不小于 1MΩ。

6.6 工作电容

成缆元件 1kHz 时的工作电容和电感电阻比 L/R 应不超过表 10 的规定

表 10 电气特性

序号	电气特性	单位	绝缘材料								
			PE、XLPE			G			PVC、WJ1、F		
			0.5mm ²	1.5mm ²	2.5mm ²	0.5mm ²	1.5mm ²	2.5mm ²	0.5mm ²	1.5mm ²	2.5mm ²
			0.75mm ²			0.75mm ²			0.75mm ²		
1	最大工作电容	pF/m									
1.1	无屏蔽电缆		75	85	90	120	120	120	250	250	250
1.2	只有总屏蔽电缆(除 1 成缆元件与 2 成缆元件外)		75	85	90	120	120	120	250	250	250
1.3	有总屏蔽的 1 成缆元件和 2 成缆元件的电缆以及所有带单独屏蔽对的电缆。		115	125	130	140	140	140	280	280	280
2	最大的 L/R 比	μH/Ω	25	40	65	25	40	65	25	40	65

6.7 电容不平衡

6.7.1 屏蔽电缆线对对地的最大电容不平衡值,长度为 250m,频率为 1kHz 时,应不超过 500 pF。对不是 250m 长度测量值应做如下校正:测量值应乘上 250/L, L 是试验电缆的长度(m),少于 100m 长度作 100m 考虑。

6.7.2 无分屏蔽电缆线对与线对的最大电容不平衡值,长度为 250m,频率为 1kHz 时,应不超过 250 pF,对不是 250m 长度测量值应做如下校正:测量值应乘上 250/L, L 是试验电缆的长度(m),少于 100m 长度作 100m 考虑。

6.8 屏蔽抑制系数

电缆屏蔽抑制系数,只有总屏或只有分屏的电缆最大应不超过 0.05,分屏加总屏的电缆最大应不超过 0.01。

其试验方法按附录 B。

注:该项试验在用户要求时测试。

6.9 如产品代号前有燃烧特性代号,其性能和要求符合 GB/T 19666 的要求。

6.10 成品电缆标志

成品电缆的护套表面应有制造厂名称、产品型号及额定电压的连续标志,标志应字迹清楚、容易辨认、耐擦。

成品电缆标志应符合 GB/T 6995 规定

7 试验方法和检验规则

7.1 产品应有制造厂检查合格后方能出厂,每个出厂的包装件上应附有产品质量检验合格证。

7.2 每批抽样数量按交货批至少抽取 1 个试样，也可由供需双方协议规定。抽样检验项目的结果不合格时，应加倍取样对不合格项目进行第二次试验，仍不合格，应对整批产品逐一进行试验。

7.3 产品外观应在正常视力下逐批检查。

7.4 产品按表 11 规定的试验项目进行试验验收。

表 11 试验方法

序号	检验项目	条文号	检验规则	试验方法
1	结构尺寸			
1.1	绝缘厚度	5.2.2	T、S	GB/T 2951.11
1.2	绞合节距	5.3.2、5.4.5、5.5.1.2	T、S	正常目力和直尺
1.3	屏蔽	5.4、5.6	T、S	正常目力和千分尺
1.4	成缆	5.5	T、S	正常目力
1.5	铠装	5.7	T、S	GB/T 2951.11
1.6	护套厚度	5.8.2	T、S	GB/T 2951.11
1.7	电缆外径	6.1	用户要求时	GB/T 2951.11
2	绝缘物理机械性能	6.2	T、S	表5性能项目所列
3	护套物理机械性能	6.3	T、S	表9性能项目所列
4	电性能			
4.1	导体电阻 (20℃)	5.1.4	T、R	GB/T 3048.4
4.2	电压试验	6.4	T	GB/T 3048.6
4.3	绝缘电阻试验	6.5	T	GB/T 3048.8
4.4	工作电容	6.6	T	GB 5441.2
4.5	电容不平衡	6.7	T	GB 5441.3
4.6	屏蔽抑制系数	6.8	用户要求时	附录B
5	燃烧性能	6.9	T、S	GB/T 19666
6	标识	6.10	T、R	GB 6995
7	交货长度	8	T、R	计米器

8 交货长度

根据双方协议长度交货。

双方如无协议时允许交货长度应不小于 100m。

允许长度不小于20m的短段电缆交货，其数量应不超过交货总长度的10%。

长度计量误差不超过±0.5%。

9 电缆、运输和保管

9.1 电缆应妥善包装在符合 JB/T 8137 规定要求的电缆盘上交货。

电缆端头应可靠密封，伸出盘外的电缆端头应加保护罩，伸出的长度应不小于 300mm。重量不超过 80 Kg 的短段电缆，可以成圈包装。

电缆的筒体直径应符合下列规定。

——金属带屏蔽型电缆其用电缆盘筒体直径应不小于电缆外径的 12 倍。

——其它型式电缆其用电缆盘筒体直径应不小于电缆外径的 8 倍。

电缆盘外应加竹筐或其它更好的材料作为电缆的保护层。

9.2 成盘电缆的电缆盘外侧的及成圈电缆的附加标签应标明：

- a) 制造厂名称或商标；
- b) 电缆型号和规格；

- c) 长度, m
- d) 毛重, kg;
- e) 制造日期: 年 月;
- f) 表示电缆盘正确滚动方向的符号;
- g) 本规范编号。

9.3 运输和保管应符合下列要求:

- a) 电缆应避免在露天存放, 电缆盘不允许平放;
 - b) 运输中严禁从高处扔下装有电缆的电缆盘, 严禁机械损伤电缆;
 - c) 吊装包装件时, 严禁几盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上, 电缆盘必须放稳, 并用合适方法固定, 防止互撞或翻倒。
-

附录 A
(规范性附录)
耐酸碱试验方法

应按GB/T 2951.21-2008 第 10 条的方法做试验。使用如下条件:

处理条件:

- 酸液类型 N-盐酸标准溶液 (1mol/L)
- 碱液类型 N-氢氧化钠标准溶液 (1mol/L)
- 温度 (23±2) °C
- 时间 168h

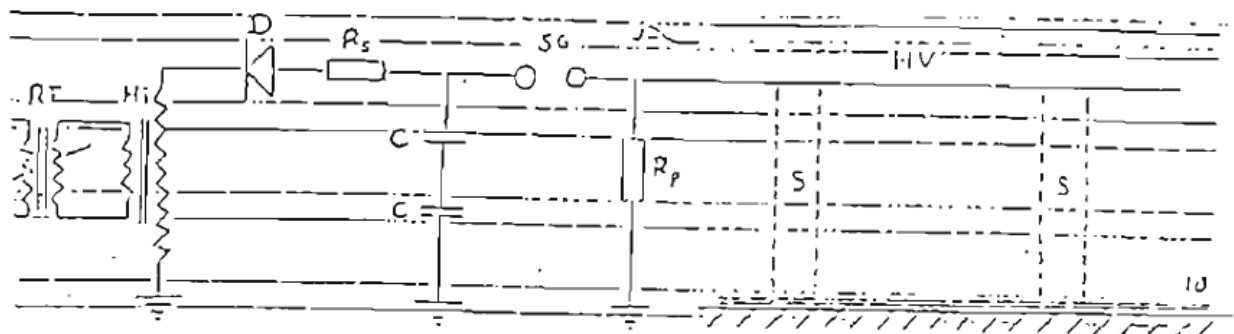
试验要求:

- 抗张强度变化率 最大 ±30%
- 断裂伸长率 最小 100%

注: 需要做两项独立的试验, 一项使用酸液, 一项使用碱液。

附录 B
(规范性附录)
屏蔽抑制系数模拟试验方法

B1 试验原理线路图见图B1



图B1 试验原理线路图

图中： RT—感应调压器	HT—高压变压器
D—高压整流器	Rs—充电电阻
C—高压脉冲电容器	SG—导火球隙
R _p —放电电阻	S—支柱瓷套
HV—高压导线	IO—被试电缆

B2 试验方法

试验包括两根样品：一根为测试电缆样品，另一根为相同结构的无屏蔽比对电缆样品。

将采用 $\phi 200\text{mm}$ 铜管的高压导线，水平放置在绝缘支柱上，模拟高压变电站的高压母线（暂态高压源），在高压导线的正下方，沿地坪水平放置电缆样品，耦合长度20m。样品一端浮空，另一端直接引入控制室内，任一线芯接至瑞士Hacfel y64k脉冲峰值电压表（或其它相当脉冲峰值电压表），对有屏蔽层的电缆样品，利用短引接线将屏蔽层接至测量仪器的接地端并接地，对无屏蔽层的电缆样品，仅测量任一线芯对地的电压。当暂态高压源通过 $\phi 250\text{mm}$ 导火球隙放电而施加至高压导线时，仪器立即自动记录电缆样品线芯上所耦合的暂态电压值。

B3 试验结果计算

在暂态高压源为同一电压值下，分别记录测试电缆样品线芯上所耦合的暂态电压值 (U_x ，取30个点的数学平均值)，和无屏蔽层电缆线芯所耦合的暂态电压值 (U_o ，取30个点的数学平均值)，按下式计算屏蔽结构电缆的屏蔽抑制系数 (R)。

$$R = \frac{U_x}{U_o}$$

附录 C
(规范性附录)

圆形导体的电缆外形尺寸平均值上限和下限的计算

C.1 概述

本附录规定了圆形铜导体电缆外径平均值的上限和下限的计算方法。

C.2 平均外径下限的计算

C.2.1 取导体直径为 D ，其值见表C.2 给出的导体下限值。

C.2.2 导体直径(见C.2.1)加两倍绝缘厚度的规定平均值和线芯上任何其他规定的包覆层的两倍规定平均值来计算线芯的标称直径。

C.2.3 将C.2.2得到的值乘以表C.1的绞合系数 k 的值和对绞系数 cf 来计算绞合缆芯后的标称直径。

对绞系数 cf : 对线组 分屏为0.89, 总屏为0.82;
 三线组 分屏为0.94, 总屏为0.87;
 四线组 分屏为1.0, 总屏为1.0。

表C.1 绞合系数 k 值

芯 数	绞合系数 k	芯 数	绞合系数 k
2	2.00	24	6.00
3	2.16	25	6.00
4	2.42	26	6.00
5	2.70	27	6.15
6	3.00	28	6.41
7	3.00	29	6.41
7*	3.35	30	6.41
8	3.45	31	6.70
8*	3.66	32	6.70
9	3.80	33	6.70
9*	4.00	34	7.00
10	4.00	35*	7.00
10*	4.40	36	7.00
11	4.00	37	7.00
12	4.16	38	7.33
12*	5.00	39	7.33
13	4.41	40	7.33
14	4.41	41	7.67
15	4.70	42	7.67
16	4.70	43	7.67
17	5.00	44	8.00
18	5.00	45	8.00
18*	7.00	46	8.00
19	5.00	47	8.00
20	5.33	48	8.15
21	5.33	52	8.41
22	5.67	61	9.00
23	5.67		

* 各芯绞合在一层中。

C.2.4 将由C.2.3所得值加两倍护套厚度规定平均值和电缆绞合缆芯规定的其他包覆层(必须或任选)的两倍厚度规定的平均值来计算成品电缆的标称外径 D_0 。编织层的厚度为编织单线直径的2.5倍。

C.2.5 把 D_0 乘以0.97修约后得到的值,即为电缆平均外径的下限 D_{\min} 。

如果 $0.97D_0 \leq 5\text{mm}$,那么修约到最接近的较小的一位小数。

如果 $5\text{mm} < 0.97D_0 \leq 10\text{mm}$,那么修约到最接近的较小的一位偶数小数。

如果 $0.97D_0 > 10\text{mm}$,那么修约到最接近的较小的0.5单位。

例如:

$$0.97D_0=4.33 \quad D_{\min}=4.3$$

$$0.97D_0=7.33 \quad D_{\min}=7.2$$

$$0.97D_0=11.33 \quad D_{\min}=11.0$$

$$0.97D_0=11.83 \quad D_{\min}=11.5$$

C.3 平均外径上限的计算

C.3.1 取导体直径为 D ,其值见表C.2给出的导体上限值。

C.3.2 导体直径(见C.3.1)加两倍绝缘厚度的规定平均值和线芯上任何其他规定的包覆层的两倍厚度规定平均值来计算线芯的标称直径。

C.3.3 将C.3.2得到的值乘以表C.1的绞合系数 k 的值来计算绞合缆芯后的标称直径。

C.3.4 将由C.3.3所得值加两倍护套厚度规定平均值和电缆绞合缆芯规定的其他包覆层(必须或任选)的两倍厚度规定的平均值来计算成品电缆的标称外径 D_1 。编织层的厚度为编织单线直径的2.5倍。

C.3.5 平均外径的上限 D_{\max} 按下式计算到二位小数

$$D_{\max} = 1.05D_1 + X$$

式中:

对于单芯电缆,若 $D_1 \leq 5\text{mm}$, X 取0.3mm

若 $D_1 > 5\text{mm}$, X 取0.4mm

对于多芯电缆,若 $D_1 \leq 5\text{mm}$, X 取0.4mm

若 $D_1 > 5\text{mm}$, X 取0.5mm

D_{\max} 修约法与 D_{\min} 一样(见C.2.5),但用修约至最接近的较大值代替修约至最接近的较小值。

例如:

$$\text{若 } 1.05D_1 + X = 4.84 \quad D_{\max} = 4.9$$

$$\text{若 } 1.05D_1 + X = 9.23 \quad D_{\max} = 9.4$$

$$\text{若 } 1.05D_1 + X = 12.11 \quad D_{\max} = 12.5$$

$$\text{若 } 1.05D_1 + X = 12.62 \quad D_{\max} = 13.0$$

表 C.2 圆形铜导体直径的下限和上限

标称截面 mm ²	第1种导体直径 mm		第2种导体直径 mm		第5种导体直径	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限
0.5	0.80	0.90	0.85	0.95	0.85	0.95
0.75	0.98	1.18	1.10	1.30	1.10	1.30
1	1.13	1.33	1.15	1.35	1.15	1.35
1.5	1.38	1.58	1.45	1.65	1.45	1.65
2.5	1.78	1.93	1.86	2.10	1.85	2.10
4	2.26	2.54	2.35	2.63	2.35	2.63
6	2.76	3.09	2.89	3.22	2.95	3.25
10	3.57	4.00	3.75	4.18	4.00	4.50

附录D
(资料性附录)
氟塑料树脂性能

D1 聚全氟乙丙烯性能要求见表D1

表D1

序号	项 目	优等品	一等品	合格品
1	外观	半透明颗粒，其中不得夹带金属屑和沙粒等杂质，含有可见黑点的粒子百分数不超过		
		1	2	
2	熔体流动速率(372℃, 5kg) g/10min	2.1~4.0		
3	抗张强度 MPa \geq	25.0	21.0	19.0
4	断裂伸长率 % \geq	300	275	
5	相对密度	2.12~2.17		
6	熔点 °C	265±10	265±15	
7	介电系数 10 ⁶ Hz \leq	2.2		
8	介质损耗角正切 10 ⁶ Hz \leq	7.0×10^{-4}		
9	20℃体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm} \geq$	1.0×10^{16}		
10	挥发份(380℃, 30min) % \leq	0.1	0.3	
11	耐热应力开裂(250℃, 6h)	不裂		
试验方法见HG/T 2904-1997				

D2 聚四氟乙烯性能要求见表D2

表D2

序号	项 目	指标
1	抗张强度 MPa \geq	24.0
2	断裂伸长率 % \geq	200
3	熔点 °C	320~335
4	介电系数 10 ⁶ Hz \leq	2.2
5	介质损耗角正切 10 ⁶ Hz \leq	2.5×10^{-4}
6	20℃体积电阻率 $\Omega \cdot \text{cm} \geq$	1.0×10^{17}
7	热老化(313℃, 120h) k1 % \geq	50
8	压缩比 \geq	500
试验方法见相关标准		
k1—拉伸强度保留率		