13

Q

扬州曙光电缆股份有限公司企业标准

Q/321084 KLA080—2020

代替 Q/321084 KLA080-2017

企业标准信息公共服务平台
公开 2020年04月07日 21点40分

额定电压 0.6/1kV 变频器用电力电缆

企业标准信息公共服务平台
公开 2020年04月07日 21点40分

2020-03-15 发布　　2020-04-01 实施

扬州曙光电缆股份有限公司　　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
3.1　额定电压 2
4　电压表示方法和材料及电缆型号和产品表示方法 2
4.1　电缆的额定电压 2
4.2　绝缘混合料 2
4.3　护套混合料 2
4.4　电缆型号和产品表示方法 3
5　要求 4
5.1　导体 4
5.2　绝缘 5
5.3　成缆 9
5.4　屏蔽 9
5.5　内衬层 10
5.6　铠装 10
5.7　护套 10
6　试验 11
6.1　试验条件 11
6.2　例行试验(试验类型代号　R) 11
6.3　抽样试验(试验类型代号 S) 12
6.4　型式试验(试验类型代号 T) 12
7　验收规则 13
8　标志、包装、贮运 13
8.1　标志 13
8.2　包装 13
8.3　贮运 14
附录 A（规范性附录）　确定护层尺寸的假设计算方法 15

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

前　言

本标准编制依据GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的起草规则。

与Q/321084 KLA 080-2017相比，主要变化如下：

——增加了无卤低烟阻燃和耐火变频电缆系列（5.2.1）；

——增加了绝缘电阻规定（6.4.5）；

本标准起草单位：扬州曙光电缆股份有限公司。

本标准主要起草人：梁国华、冯国五、吴维。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：2004年5月15日首次发布，2007年年5月15日第1次复审，2010年9月10日第2次复审确认，2013年9月5日第3次复审确认，2017年9月5日第4次复审确认，2018年6月22日第1次声明公开，2020年1月5日第2次声明公开。

本标准代替了Q/321084 KLA 080-2017。

企业标准信息公共服务平台
公开 2020年04月07日 21点40分

企业标准信息公共服务平台
公开 2020年04月07日 21点40分

额定电压 0.6/1kV 变频器用电力电缆

1 范围

本标准规定了交流额定电压0.6/1kV变频控制系统作供电电缆的产品表示方法、要求、试验方法、验收规则、标志、包装及贮运。

本标准适用于额定电压0.6/1kV变频器用电力电缆。

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 电工名词术语 电线电缆[idt IEC60050-461:2008]

GB/T 2951.11 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（IEC 60811-1-1）

GB/T 2951.12 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法 热老化试验方法（IEC 60811-1-2）

GB/T 2951.13 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 密度度测定方法——吸水试验——收缩试验（IEC 60811-1-3）

GB/T 2951.14 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第14部分：通用试验方法 低温试验（IEC 60811-1-4）

GB/T 2951.21 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第21部分：弹性体混合料专用试验方法第1节：耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验（IEC 60811-2-1）

GB/T 2951.31 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第31部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 高温压力试验——抗开裂试验（IEC 60811-3-1）

GB/T 2951.32 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第32部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 失重试验——热稳定性试验（IEC 60811-3-2）

GB/T 2951.41 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第41部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法 耐环境应力开裂试验——空气热老化后的卷绕试验——熔体指数测定方法——聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测定方法（IEC 60811-4-1）

GB/T 2952.3 电缆外护层 第3部分：非金属电缆通用外护套

GB/T 3048.4 电线电缆电性能试验方法 导体直流电阻试验

GB/T 3048.5 电线电缆电性能试验方法 绝缘电阻试验 检流计比较法

GB/T 3048.6 电线电缆电性能试验方法 绝缘电阻试验 电压—电流法

GB/T 3048.8 电线电缆电性能试验方法 交流电压试验

GB/T 3956 电缆的导体（IEC60228：2004）

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 6995.1 电线电缆识别标志 第1部分：一般规定

GB/T 6995.3 电线电缆识别标志 第3部分：电线电缆识别标志

企业标准信息公共服务平台 公示 2020年04月07日 21点40分

GB/T 12706.1 额定电压1kV（*U*m=1.2kV）到35kV（*U*m=40.5kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分：额定电压1kV（Um=1.2kV）和3kV（Um=3.6kV）电缆（IEC 60502-1）

GB/T 17650.1 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第1部分：卤酸气体总量的测定（IEC 60754-1：1994，IDT）

GB/T 17650.2 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第2部分： 用测量pH值和电导率来测定气体的酸度（IEC 60754-2：1991，IDT）

GB/T 18380.11 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第11部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 试验装置（IEC 60332-1-1：2004，IDT）

GB/T 18380.12 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（IEC 60332-1-2：2004，IDT）

GB/T 18380.13 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第13部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 测定燃烧的滴落（物）/微粒的试验方法（GB/T 18380.13－2008，IEC 60332-1-3：2004，IDT）

GB/T 18380.33 电缆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 60332-3-22：2000，IDT）

GB/T 18380.34 电缆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 60332-3-23：2000，IDT）

GB/T 18380.35 电缆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 60332-3-24：2000，IDT）

GB/T 18380.36 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第36部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 D类 （IEC 60332-3-25：2000，IDT）

GB/T 19216.21-2003 在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第23部分：试验步骤和要求——额定电压0.6/1kV及以下电缆（IEC 60331-21：1999，IDT）

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆通则

JB/T 8137 电线电缆交货盘

IEC 61034-2 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第2部分：试验步骤和要求（Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements）

3 术语和定义

本标准的名词术语采用GB/T 2900.10的解释。

3.1 额定电压

3.1.1 额定电压是电缆设计和电性能试验用的基准电压。用 U_0/U 表示，单位为 kV。

U_0——电缆设计用的导体与屏蔽或金属带之间的额定工频电压。

U——电缆设计用的导体之间的额定工频电压。

U_m——设备最高电压（使用设备的系统最高电压的最大值）。

4 电压表示方法和材料及电缆型号和产品表示方法

4.1 电缆的额定电压

本标准中电缆额定电压U_0/U为0.6/1kV。

企业标准信息公共服务平台 发布 2020年04月07日 21点40分

4.2 绝缘混合料

本标准中所涉及绝缘混合料及其代号、最高工作温度列于表1。

表1 绝缘混合料及其代号和最高工作温度

绝缘混合料	代号	导体最高工作温度℃	短路(最长持续 5S) 导体最高工作温度℃
聚氯乙烯	PVC/A	70	160
交联聚乙烯	XLPE	90	250
硅橡胶	G	180	/
氟塑料	F	200	/

4.3 护套混合料

本标准中所涉及护套混合料及其代号、最高工作温度列于表2。

表2 护套混合料及其代号和最高工作温度

护套混合料	代号	导体最高工作温度℃
70℃聚氯乙烯	ST1	70
90℃聚氯乙烯	ST2	90
聚乙烯（PE）	ST3	70
硅橡胶	G	180
氟塑料	F	200
丁腈聚氯乙烯复合物	VF	70
无卤低烟阻燃聚烯烃	ST8	90

4.4 电缆型号和产品表示方法

4.4.1 代号

4.4.1.1 产品代号 BP

4.4.1.2 材料特征代号

交联聚乙烯绝缘 YJ
聚氯乙烯绝缘 V
硅橡胶绝缘 G
氟塑料绝缘 F
丁腈聚氯乙烯护套 VF
聚乙烯护套 Y
聚氯乙烯护套 V
硅橡胶护套 G
氟塑料护套 F
丁腈聚氯乙烯护套 VF
PVC仿丁硅护套 GF
聚烯烃 Y

4.4.1.3 结构特征代号

外护层代号 按GB/T 2952.3规定

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

P	金属丝编织屏蔽或金属丝缠绕屏蔽
P2	铜带绕包屏蔽
P3	铝塑复合膜绕包屏蔽
PP2	金属丝铜带复合屏蔽

4.4.1.4　阻燃耐火特性代号

符合GB/T 19666规定。

4.4.1.5　产品表示方法

产品用型号、规格（额定电压、芯数、标称截面）及标准号表示。

4.4.2　电缆型号

表3　电缆型号

型　号	名　称
BPVVP	聚氯乙烯绝缘和护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPVVP2	聚氯乙烯绝缘和护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPVVPP2	聚氯乙烯绝缘和护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPVVP3	聚氯乙烯绝缘和护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPYJVP	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPYJVP2	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPYJVPP2	交联聚乙烯绝聚氯乙烯护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPYJVP3	交联聚乙烯绝聚氯乙烯护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPGVFP	硅橡胶绝缘丁腈聚氯乙烯复合物护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPGVFP2	硅橡胶绝缘丁腈聚氯乙烯复合物护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPGVFPP2	硅橡胶绝缘丁腈聚氯乙烯复合物护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPGVFP3	硅橡胶绝缘丁腈聚氯乙烯复合物护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPGGP	硅橡胶绝缘和护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPGGP2	硅橡胶绝缘和护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPGGPP2	硅橡胶绝缘和护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPGGP3	硅橡胶绝缘和护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPFFP	氟塑料绝缘和护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPFFP2	氟塑料绝缘和护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPFFPP2	氟塑料绝缘和护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPFFP3	氟塑料绝缘和护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPFGP	氟塑料绝缘硅橡胶护套金属丝编织或缠绕屏蔽变频器用电力电缆
BPFGP2	氟塑料绝缘硅橡胶护套铜带绕包屏蔽变频器用电力电缆
BPFGPP2	氟塑料绝缘硅橡胶护套铜丝铜带复合屏蔽变频器用电力电缆
BPFGP3	氟塑料绝缘硅橡胶护套铝塑复合膜绕包屏蔽变频器用电力电缆
注 1：阻燃耐火特性代号符合GB/T 19666规定； 注 2：软结构电缆加R。	

4.4.3　规格

4.4.3.1　主线芯截面

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日21点40分

主线芯截面符合表4规定。

表4　主线芯截面

芯数	标称截面/mm²
3+3 3+1 3、4 1	4、6、10、16、25、35、50、70 95、120、150、185、240、300

4.4.3.2　接地线芯截面

接地线芯截面符合表5规定。

表5　接地线芯截面

主线芯标称截面/mm²	接地线芯截面/mm²	主线芯标称截面/ mm²	接地线芯截面/mm²
2.5	0.75	50、70	6、10
4	1(0.75)	95	16
6	1.5(1)	120、150	25
10	2.5(1.5)	185	35
16、25	4(2.5)	240	50（35）
35	6	-	-

5　要求

5.1　导体

5.1.1　导体应符合 GB/T 3956 的规定。

5.1.2　导体表面应光洁、无油污、无损伤绝缘的毛刺，锐边，以及凸起或断裂的单线。

5.2　绝缘

5.2.1　材料

绝缘应为表1所列的各类挤包固体介质的一种，不同类型绝缘混合物电缆的导体最高温度见表1。耐火电缆的绝缘应具备耐火特性，否则应在导体和绝缘之间设置耐火层。

5.2.2　绝缘厚度

5.2.2.1　聚氯乙烯、交联聚乙烯绝缘厚度的标称值应符合表 6 规定，其余截面的厚度应符合 GB/T 12706.1 的相关规定，绝缘厚度的平均值应不小于标称值，其最薄厚度应不小于标称值的 90%-0.1mm。

表6　聚氯乙烯、交联聚乙烯绝缘标称厚度

导体标称截面 mm²	聚氯乙烯绝缘 标称值,mm	导体标称截面 mm²	交联聚乙烯绝缘 标称值,mm
0.75	0.6	0.75	0.6
1.0	0.6	1.0	0.6
1.5	0.7	1.5	0.6

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

5.2.2.2 氟塑料、硅橡胶绝缘厚度的标称值应符合表 7、表 8 的规定，绝缘厚度的平均值应不小于标称值，其最薄厚度应不小于标称值的 90%-0.1mm。

表7 硅橡胶绝缘标称厚度

导体标称截面 mm^2	绝缘标称厚度,mm		导体标称截面 mm^2	绝缘标称厚度,mm	
	标称值	下限值		标称值	下限值
0.75	0.80	0.62	35	1.2	0.98
1.0	0.80	0.62	50	1.4	1.16
1.5	1.00	0.80	70	1.4	1.16
2.5	1.00	0.80	95	1.6	1.34
4	1.00	0.80	120	1.6	1.34
6	1.00	0.80	150	1.8	1.52
10	1.00	0.80	185	2.0	1.70
16	1.00	0.80	240	2.2	1.88
25	1.20	0.98	300	2.4	2.06

表8 氟塑料绝缘标称厚度

导体标称截面 mm^2	绝缘标称厚度 mm	导体标称截面 mm^2	绝缘标称厚度 mm
0.75	0.35	35	0.7
1.0	0.35	50	0.8
1.5	0.4	70	0.8
2.5	0.4	95	0.9
4	0.5	120	0.9
6	0.5	150	1.1
10	0.6	185	1.2
16	0.6	240	1.2
25	0.7	300	1.4

5.2.3 绝缘性能要求

5.2.3.1 绝缘应紧密挤包在导体上，且应容易剥离而不损伤绝缘体、导体或镀层。绝缘表面应平整、光滑、色泽均匀。

5.2.3.2 绝缘线芯应能经受 GB/T 3048.9 规定的交流 50Hz 火花试验作为中间检查。火花试验电压应符合表 9 的规定。

表9 火花试验电压

绝缘标称厚度，δ mm	δ ≤0.25	0.25<δ ≤0.5	0.5<δ ≤1.0	1.0<δ ≤1.5	1.5<δ ≤2.0
火花试验电压 kV	3	4	6	10	15

5.2.3.3 氟塑料绝缘的机械物理性能应符合表 10 规定。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

表10　氟塑料树脂机械物理性能

序号	试验项目	单位	绝缘	护套	试验方法
			F	F	
1	原始性能				GB/T 2951.11
1.1	抗张强度　最小值	MPa	16	16	
1.2	断裂伸长率　最小值	%	200	200	
2	空气烘箱老化试验				GB/T 2951.12
	温度	℃	240	240	
	时间	h	168	168	
2.1	最小抗张强度　最小值	MPa	14	14	
	（未老化试样试验结果的）	%	±30	±30	
2.2	最小断裂伸长率　最小值	5	200	200	
	（未老化试样试验结果的）	%	±30	±30	
3	抗裂试验				GB/T 2951.31
3.1	——温度（偏差±2℃）	℃	250	250	
3.2	——持续时间	h	6	6	
4	低温性能试验				GB/T 2951.14
4.1	未经老化前进行				
	——直径＜12.5mm的低温卷绕试验				
	——温度（偏差±3℃）	℃	-55	-55	
4.2	哑铃片的低温拉伸试验				
	——温度（偏差±3℃）	℃	-55	-55	
4.3	冷冲击试验				
	——温度（偏差±3℃）	℃	-55	-55	
注1：做拉力试验时应采用 50±5mm/min 的速度。					
注2：变化率：老化前后得出的中间值之差值除以老化前中间值，以百分数表示。					

5.2.3.4　硅橡胶机械物理性能应符合表 11 规定。

表11　硅橡胶机械物理性能

序号	试验项目	单位	性能要求	试验方法
1	抗张强度和断裂伸长率			GB/T 2951.11
1.1	交货状态原始性能			
1.1.1	抗张强度原始值：			
	最小中间值	N/mm^2	5.0	
1.1.2	断裂伸长率原始值：			
	最小中间值	%	150	
1.2	空续气烘箱老化后性能			GB/T 2951.12
1.2.1	老化条件：			
	温度	℃	200±2	
	处理时间	h	10×24	
1.2.2	老化后抗张强度			

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

表 11（续）硅橡胶机械物理性能

序号	试验项目	单位	性能要求	试验方法
	最小中间值	N/mm^2	4.0	
1.2.3	老化后断裂伸长率			
	最小中间值	%	120	
2	热延伸试验			GB/T 2951.21
2.1	试验条件：			
	温度	℃	200±3	
	载荷时间	min	15	
	机械应力	N/mm^2	0.20	
2.2	试验结果：			
	载荷下的伸长率，最大值	%	175	
	冷却后的伸长率，最大值	%	25	

5.2.3.5 PVC、XLPE 绝缘的机械物理性能应符合表 12 规定。

表12 PVC、XLPE 绝缘机械物理性能

序号	性 能 项 目	单位	性 能 要 求		试验方法
			PVC/A	XLPE	
1	抗张强度和断裂伸长率				GB/T 2951.11
1.1	原始性能：抗张强度 最小	N/mm^2	12.5	12.5	
	断裂伸长率最小	%	150	200	
1.2	空气烘箱老化实验				GB/T 2951.12
	老化条件：温度	℃	100±2	135±3	
	时间	h	7×24	7×24	
	老化后的抗张强度 最小	N/mm^2	12.5	-	
	变化率 最大	%	±25	±25	
	老化后的断裂伸长率最小	%	150	-	
	变化率 最大	%	±25	±25	
2	抗开裂试验：				GB/T 2951.31
	试验条件：温度	℃	150±3	-	
	时间	h	1	-	
	试验结果		不开裂	-	
3	高温压力试验				GB/T 2951.31
	试验条件：温度	℃	80±2	-	
	时间	h	4（6）	-	
	变形率 最大	%	50	-	
4	低温卷绕试验				GB/T 2951.14
	试验温度	℃	-15±2	-	
	试验结果		不开裂	-	
5	低温拉伸试验				GB/T 2951.14
	试验温度	℃	-15±2	-	
	伸长率 最小	%	不开裂	-	

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

表 12（续）PVC、XLPE 绝缘机械物理性能

序号	性 能 项 目	单位	性 能 要 求		试验方法
			PVC/A	XLPE	
6	低温冲击试验				GB/T 2951.14
	试验温度	℃	-15±2	-	
	试验结果		不开裂	-	
7	热延伸试验				GB/T 2951.21
	空气温度	℃	-	200±3	
	机械应力	N/mm^2	-	20	
7.1	负载下伸长率 最大	%	-	175	
7.2	冷却后永久伸长率 最大	%	-	15	
8	吸水试验 重量法				GB/T 2951.13
8.1	温度	℃	-	85±2	
8.2	时间	h	-	14	
8.3	重量变化率	mg/cm^2	-	1	
9	收缩试验				GB/T 2951.13
9.1	温度	℃	-	130±3	
9.2	时间	h	-	1	
9.3	收缩率	%	-	4	

5.2.4 **绝缘线芯标志**

绝缘线芯应采用颜色识别标志，颜色分别用红、黄、绿标志，允许使用色母或标志带进行标识。

5.3 **成缆**

5.3.1 绝缘线芯间的间隙允许采用非吸湿性材料或阻燃非吸湿性材料填充圆整。填充材料的耐温等级应与绝缘的工作温度相适应。

5.3.2 绝缘线芯应绞合成缆，主、副绝缘线芯按红、黄、绿颜色顺时针方向排列，副线芯放置主线芯间隙间。缆芯外可绕包与工作温度相适应的非吸湿性带材或阻燃带子。

5.4 **屏蔽**

5.4.1 缆芯外应有铜带、铝塑复合膜、圆金属丝编织（同心绞）或其组合构成的屏蔽层。必要时，允许采用其它合适的屏蔽材料和形式。

5.4.1.1 铜带屏蔽

可采用 0.04mm~0.10mm 的软铜带重叠绕包，重叠率应不小于 5%。

屏蔽外应平行放置一根直径不小于0.3mm的圆铜线或镀锡圆铜线或其绞线作为引流线。

如有铜丝铜带复合屏蔽，则不需放置引流线。

5.4.1.2 铝塑复合膜屏蔽

可采用 0.04mm~0.08mm 的铝塑复合膜重叠绕包，重叠率应不小于 5%。

屏蔽外应平行放置一根直径不小于0.3mm的圆铜线或镀锡圆铜线或其绞线作为引流线。

如有铜丝铝塑复合带复合屏蔽，则不需放置引流线。

5.4.1.3 圆金属丝屏蔽

圆金属丝屏蔽可采用缠绕或编织方式。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点46分

5.4.1.3.1　金属丝缠绕屏蔽宜采用同心绞方式，金属丝疏绕在隔离套外，其外反向疏绕铜带扎紧。

5.4.1.3.2　编织屏蔽允许用软圆铜线或镀锡圆铜线构成，其编织密度宜不小于 80%，编织层不允许整体接续，露出的铜线头应修齐。每 1 米长度允许更换金属线锭一次。

5.4.1.3.3　编织密度（*K*）用百分数表示，按下式计算确定。

$$P=(2p-p^2)\times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

P——编织层编织密度，%；

p——单向覆盖系数。

$$p=\frac{mnd}{\pi D}\sqrt{1+\frac{\pi^2 D^2}{L^2}} \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

D——编织层的平均外径，其数值为编织前外径加上2倍编织丝直径，mm；

d——编织金属丝直径，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。

5.4.1.3.4　铜丝缠绕屏蔽的电阻，适用时应符合 GB/T 3956 要求，铜丝屏蔽的标称截面积应根据故障电流容量确定，其表面可采用反向绕包的铜丝或铜带扎紧。

5.5　内衬层/隔离套

内衬层应选用表2与电缆工作温度相适应的电缆料，其近似厚度1.0mm，最小厚度为0.8mm。

5.6　铠装

铠装符合GB/T 12706.1-2008第12章的相关规定。

5.7　护套

5.7.1　概述

所有电缆都应具有外护套，外护套通常为黑色，若制造方和购买方达成协议，允许采用非黑色的其它颜色，以适应电缆使用的特定条件。护套应紧密挤包在屏蔽层上，护套表面应光洁，色泽均匀。

5.7.2　材料

护套应为表2所列的各类挤包固体介质的一种。

5.7.3　护套厚度

5.7.3.1　挤包氟塑料护套标称厚度 TS（以 mm 计算）应按下列公式计算，电缆护套的标称厚度应不小于 0.6mm，最薄处厚度应不小于标称值的 85%-0.1mm。

$$TS=0.025D+0.5 \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

D——挤包护套前电缆假定直径，mm（计算出的数值应按四舍五入修约到0.1mm）。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

5.7.3.2　挤包硅橡胶、聚氯乙烯、聚乙烯、PVC 仿丁硅、无卤聚烯烃护套标称厚度 TS（以 mm 计算）应按下列公式计算。

$$TS = 0.035D + 1.0 \quad \cdots\cdots\cdots\

6.1.1 除非另有规定,试验应在环境温度为 20℃±15℃下进行。

6.1.2 工频试验电压的频率为 49Hz~61Hz；波形基本上为正弦波形，引用值为有效值。

6.1.3 冲击试验电压的波形按 GB/T 3048.13 规定，冲击波的波前时间为 1μ s~5μ s，半峰值时间在 40μ s~60μ s 之间，其它方面与 GB/T 16972.1 的规定一致。

6.2 例行试验(试验类型代号 R)

6.2.1 导体直流电阻试验

6.2.1.1 导体直流电阻应符合 GB/T 3956 的规定。

6.2.1.2 导体直流电阻试验在成盘电缆的所有导体上进行。

6.2.2 交流电压试验

试验应在成盘电缆上进行，试验可采用交流电压，也可采用直流电压，电缆按 3.5kV 施加电压，持续 5min，试验过程中绝缘应不发生击穿。

若用三相变压器对三芯电缆试验时，试验电压应为6.055kV，采用直流电压试验时，其数值为8.4kV。

6.3 抽样试验(试验类型代号 S)

6.3.1 抽样试验的频率

6.3.1.1 结构尺寸检查应在每批同一型号及规格电缆中的一根制造长度电缆上进行，其数量应不超过交货长度的 10%。

6.3.1.2 电缆的抽样数可根据表 14 确定。

表14 抽样试验频率

电缆交货长度(km)	试样数
2＜L≤10	1
10＜L≤20	2
20＜L≤30	3

6.3.2 结构检查

6.3.2.1 导体结构应符合本标准 5.1 条的规定。

6.3.2.2 绝缘厚度应符合本标准 5.2 条的规定。

6.3.2.3 外护套结构尺寸应符合本标准 5.6 的规定。

6.3.2.4 如用户要求，应提供电缆外径的实测数据。

6.3.3 热延伸试验

硅橡胶、交联聚乙烯绝缘电缆应进行热延伸试验。试验条件及要求应符合表10、表11的规定。

6.4 型式试验(试验类型代号 T)

6.4.1 试样

6.4.1.1 试样为一段成品电缆,试样长度为 10m~15m。

6.4.1.2 所有 6.4.2 条规定的试验应依次在同一试样上进行。

6.4.1.3 电缆的每项试验或测量应在所有绝缘线芯上进行。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

6.4.2 试验顺序

试验顺序规定如下：

a) 4 小时交流高电压试验

b) 冲击电压试验

6.4.3 4 小时交流高压试验

试验前去除所有外包复层，将绝缘线芯浸入室温水中，浸水时间应不少于1小时。

对绝缘线芯试样施加交流额定电压2.4kV4h，应不击穿。

6.4.4 冲击电压试验

6.4.4.1 试验应在导体温度高于正常运行时导体最高温度 5℃~10℃下的电缆上进行。

6.4.4.2 应按 GB/T 3048.13 规定步骤施加冲击电压，峰值为 30kV。

6.4.4.3 要求每根电缆绝缘线芯应承受正负各十次冲击电压后不击穿。

6.4.5 绝缘电阻

成品电缆绝缘电阻常数符合表15规定。

表15 成品电缆绝缘电阻常数

序号	试验项目和条件	PVC	XLPE	F	G
1	20℃绝缘电阻常数Ki MΩ•km	36.7	-	3000	1500
2	正常运行时导体最高温度Ki MΩ•km	0.037	3.67	3	0.15

6.4.6 机械物理性能试验

6.4.6.1 绝缘机械性能试验应符合 5.2.3 的规定。

6.4.6.2 护套机械性能试验应符合 5.7.4 的规定。

6.4.7 燃烧特性试验

6.4.7.1 电缆的单根阻燃试验

该试验适用于ST_1、ST_2护套的电缆，且仅有特别要求时才进行试验。

对于其他材料护套的电缆，当制造商申明电缆有单根阻燃特性时应进行试验。

试验要求和方法应符合GB/T 18380.11、GB/T 18380.12、GB/T 18380.13规定。

6.4.7.2 电缆的成束阻燃试验

该试验适用于ST_8无卤护套的电缆。

对于其他材料护套的电缆，当制造商申明电缆有成束阻燃特性时应进行试验。

应根据申明的类别进行成束阻燃试验，阻燃A类、阻燃B类、阻燃C类、阻燃D类的试验要求和方法应分别符合GB/T 18380.33、GB/T 18380.34、GB/T 18380.35、GB/T 18380.36的规定。

6.4.7.3 烟密度试验

该试验适用于ST_8无卤护套的电缆。

试验步骤和要求应符合IEC 61034-2规定。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

6.4.7.4 酸气含量

6.4.7.4.1 步骤

该试验适用于非金属ST$_8$材料作为外护套的无卤电缆。
试验方法应符合GB/T 17650.1规定。

6.4.7.4.2 要求

试验结果应符合表16规定。

表16 无卤低烟阻燃型电缆的非金属材料的无卤性能要求

序号	试验项目	单位	要求	试验方法
1	酸气含量试验：			GB/T 19666
	——溴和氯含量（以氯化氢表示），最大值	%	0.5	
2	氟含量试验：			GB/T 19666
	——氟含量，最大值	%	0.1	
3	pH 值和电导率试验：			GB/T 19666
	——pH 值，最小值		4.3	
	——电导率，最大值	μS/mm	10	

6.4.7.5 pH 值和电导率试验

6.4.7.5.1 步骤

该试验适用于非金属ST$_8$材料作为外护套的无卤电缆。
试验方法应符合GB/T 17650.2规定。

6.4.7.5.2 要求

试验结果应符合表15规定。

6.4.7.6 氟含量试验

6.4.7.6.1 步骤

该试验适用于非金属ST$_8$材料作为外护套的无卤电缆。
试验方法应符合GB/T 7113.2规定。

6.4.7.6.2 要求

试验结果应符合表15规定。

6.4.7.7 耐火特性

耐火型电缆试验方法应符合GB/T 19216.23规定。

6.4.8 印刷标志耐擦试验

按GB/T 6995.1规定的试验方法和要求进行。

6.4.9 交货长度

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

根据双方协议长度交货，长度计量误差不应超过 ±0.5％。

7 验收规则

7.1 产品应由制造厂的质量检验部门检验合格后方能出厂。每个出厂的包装件上应附有产品质量检验合格证。

7.2 产品应按第 6.3.1 条规定试验频度进行抽样试验，如果第一次试验的结果不符合第 6.3 条规定的任一项试验要求，应在同一批电缆中再取 2 个试样就不合格项目进行试验。如果 2 个试样均合格，则该批电缆符合本标准的要求；否则该批电缆判为不合格。

7.3 产品应按本标准规定的试验项目进行试验验收。

8 标志、包装、贮运

8.1 标志

8.1.1 成品电缆应有制造厂名（代号）型号、规格和电压，或制造厂名（代号）、型号、电压和制造年份的连续标志。标志应符合 GB/T 6995.3 的规定。

8.1.2 标志可以用合适的方法印在护套表面。

8.1.3 氟塑料护套电缆可采用放置于电缆中的耐温等级与电缆额定温度相当且无静电吸附性、宽度不小于 1.6mm 的白色薄膜带（聚酰胺标志带为本色）作为识别标志。标志带上应印有制造厂名称（或代号）和型号；两个完整标志间的距离应不大于 76mm。

8.2 包装

8.2.1 成圈或成盘的电缆应卷绕整齐，妥善包装。电缆盘应符合 JB/T 8137 的规定，电缆端头应可靠密封。

8.2.2 成盘电缆的电缆盘外侧及成圈电缆的附加标签，应标明：

a) 制造厂名称、厂址；
b) 型号及规格；
c) 额定电压；V
d) 长度；
e) 制造日期；年 月
f) 标准代号及编号或合格标志；

8.3 贮运

8.3.1 电缆应避免露天存放，电缆盘不允许平放；

8.3.2 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；

8.3.3 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，并用合适的方法固定，防止相互碰撞翻倒，损伤电缆。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分

附 录 A
（规范性附录）
确定护层尺寸的假设计算方法

电缆护层，诸如护套和铠装，其厚度通常与电缆标称直径有一个“阶梯表”的关系。

有时候会产生一些问题，计算出的标称直径不一定与生产出的电缆实际尺寸相同。在边缘情况下，如果计算直径稍有偏差，护层厚度与实际直径不相符合，就会产生疑问。不同制造方的成型导体尺寸变化、计算方法不同会引起标称直径不同和由此导致使用在基本设计相同的电缆上的护层厚度不同。

为了避免这些麻烦，而采取假设计算方法。这种计算方法忽略导体结构而根据标称截面，绝缘标称厚度和电缆芯数，利用公式来计算假设直径。这样护套厚度和其它护层厚度都可以通过公式或表格而与假设直径有了相应的关系。假设直径计算的方法明确规定，使用的护层厚度是唯一的，它与实际制造中的细微差别无关。这就使电缆设计标准化，对于每一个导体截面的护层厚度尺寸可以被预先计算和规定。

假设直径仅用来确定护套和电缆护层的尺寸，不是代替精确计算标称直径所需的实际过程，实际标称直径计算应分开计算。

A.1 概述

A.1.1 采用下述规定的电缆各种护层厚度的假设计算方法，是为了保证消除在单独计算中引起的任何差异。

A.1.2 所有厚度值和直径都应按四舍五入法修约到一位小数。

A.1.3 扎带、金属屏蔽带，如不厚于0.3mm可忽略不计。

A.2 方法

A.2.1 导体

不考虑导体结构，每一标称截面导体的假设直径（d_L）由表 B1 给出。

图A.1 导体的假设直径

导体标称截面/ mm²	D_L/ mm	导体标称截面/ mm²	D_L/ mm
0.75	1.0	35	6.7
1.0	1.1	50	8.0
1.5	1.4	70	9.4
2.5	1.8	95	11.0
4	2.3	120	12.4
6	2.8	150	13.8
10	3.6	185	15.3
16	4.5	240	17.5
25	5.6	300	19.5

A.2.2 绝缘线芯

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月30日21点40分

任何绝缘线芯的假设直径 D_c 如下式：

$$D_c = d_L + 2t_i$$

式中：t_i——绝缘的标称厚度，mm（见表 4）

A.2.3 缆芯直径

缆芯的假设直径 D_f 如下式：

a)所有导体标称截面相同的电缆

$$D_f = KD_c$$

式中：K 成缆系数，2 芯 K 为 2；3 芯 K 为 2.16；4 芯 K 为 2.42；5 芯 K 为 2.70；6 芯 K 为 3.00。

b)有一根小截面的四芯电缆

$$Df=2.42(3D_{大}+D_{小})/4$$

c)有一根小截面的五芯电缆

$$Df=2.70(4D_{大}+D_{小})/5$$

d)有二根小截面的五芯电缆

$$Df=2.70(3D_{大}+2D_{小})/5$$

e)有三大三小芯电缆

当$D_{大} \geq 2D_{小}$时，$D=2.16D_{大}$

当$D_{大} < 2D_{小}$时，$D=1.5(D_{大}+D_{小})$

$D_{大}$为主线芯直径，$D_{小}$为副线芯直径。

A.2.4 金属屏蔽层

A.2.4.1 一层金属带重叠绕包屏蔽层假设直径D_{p1}如下：

$$D_{p1}=2t_p$$

式中：t_p——为金属带厚度，mm

A.2.4.2 金属丝编织层假设直径D_{p2}如下：

$$D_{p2}=4d$$

式中：d——为金属丝直径，mm

A.2.5 内衬层

内衬层的直径 D_B 应按下式计算：

$$D_B=D_f+2t_B$$

式中：t——内衬层厚度（见 5.5），mm

D_f——内衬层前直径，mm

A.2.6 铠装层的假定直径计算

铠装外的假设直径 D_x 应按下式计算：

$$D_x=D_A+2t_A$$

式中：

D_A—内衬层前直径，mm

t_A——铠装层的标称厚度，mm

双层金属带铠装时 t_A 等于2倍金属带的厚度。

钢丝铠装时等于 t_A 钢丝直径。

企业标准信息公共服务平台 公开 2020年04月07日 21点40分