

电动汽车高压屏蔽电缆

要求和试验

应用注意事项

该标准草案提交审查并征求意见。

由于拟议的标准大大不同于草案，该草案的应用须另行商定。

要求对标准意见在2011年07月08日前反馈到到责任部门。

前言

本标准基于由汽车制造商奥迪公司，宝马公司，戴姆勒股份公司，保时捷公司和大众汽车公司的代表编写的LV216-2 当前版本。

本标准与LV261-2偏差列在封面。如果在个别情况下，个别试验段的修改是必要的，这必须需要与有关部门和有关生产企业，另行商定。

只要是在DIN EN ISO/ IEC 17025标准认证的，独立的实验室进行了测试，测试报告均被接受。测试报告接受并不意味着自动批准。

注 1：所述文件对照 LV 编号列于表 1

表 1

LV	VW
LV 112-1	VW 60306-1
LV 112-2	VW 60306-2
LV 112-3	VW 60306-3
LV 122	VW 75205
LV 212-1	VW 75209-1
LV 213-1	VW 75206-1
LV 213-2	VW 75206-2

1 范围

本LV规范规定了根据ISO6722汽车电缆定义的额定电压“60 V至 $\leq 600V$ DC或VC单芯和多芯屏蔽护套电缆的要求和试验，

各项要求和测试见 7.1 矩阵。

2 总则

本LV规范只适用于新设计。已经存在的系列电缆不能改变。以后的在材料，尺寸，制造工艺等变化应报告给各自的工程部门，这可能需要一个新的版本。

本LV规范测试范围的一些特殊条件下的测试，必须取得主管开发机构确认并批准最好是使用按LV112-1¹或LV112-2认可的芯线。

如果芯线不是在按LV112-1或LV112-2认可的范围内，对于芯线按LV212-1的表1(检测范围A1/B1)执行测试。

可利用绝缘材料现有的测试结果。

3 电缆结构和尺寸

电缆结构和尺寸（见图1和2）列于附录中的有关章节。没有指定的细节由开发机构来协调。

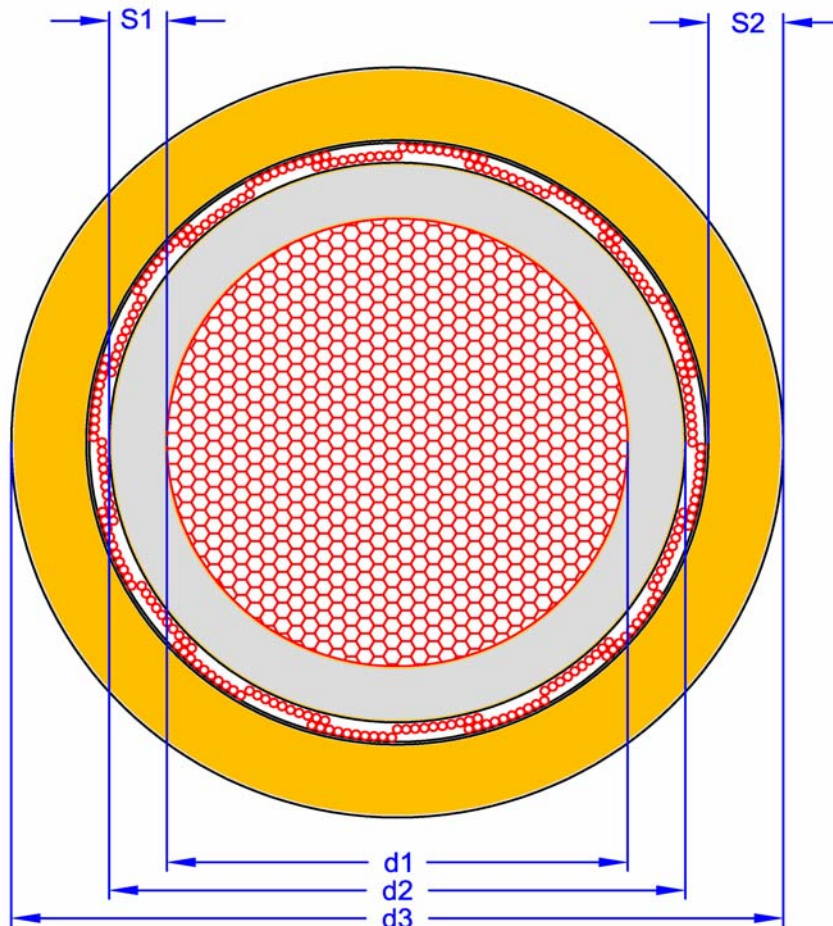


图1 高压电缆结构，按表A.1, A.2, A.3, A.4的 1芯屏蔽电缆

1 LV 112 “单芯无屏蔽电动汽车电缆”成为 LV 112-1 “单芯无屏蔽电动汽车电缆”
LV 112-1 “电线检测用媒体”成为 LV 112-1 补充件1 “化学品”

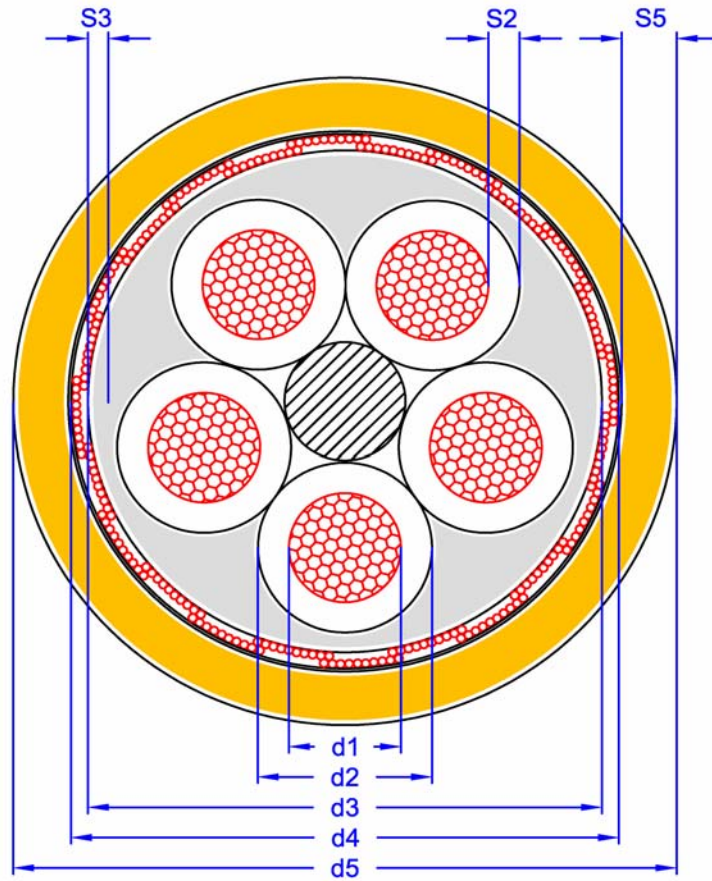


图 2 多芯屏蔽护套高压电缆结构，按表 A.5

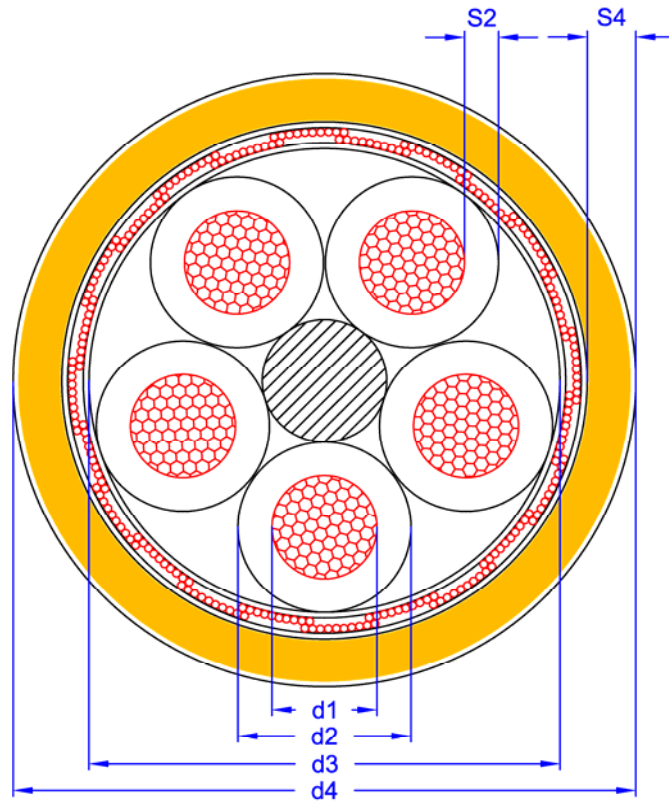


图 3 多芯屏蔽护套高压电缆，按表 A.6

4 图纸项

本电缆的名称按 DIN 76722。此外护套颜色名称按 DIN 72551-7。

举例：

屏蔽**低压**电缆 (FL) 薄壁绝缘 (R)，导体截面16 mm² (16)，裸导体最大单丝直径 0.21 mm (0.21)，(2G)指定绝缘材料(硅橡胶)，(C) 编织。(B) 箔屏蔽。(2G) 指定护套 (硅橡胶)，(OR) 颜色代码按照 DIN 72551-7德语或英语，工作温度 (T₀) 180 °C表示为：

电缆 <标准号> - FLR2GCB2G 16/0.21 OR T180

5 材料

5.1 导体

见 LV 112-1 和 LV 112-2

5.2 绝缘材料 (单芯和护层)

最大和最小工作温度(T_u 和 T_o) 应按表1的 3000 h的持续工作时间的温度等级选择。特殊情况按图纸要求，护套的温度等级按绝缘材料具体较低的温度等级。

工作温度定义是在通电状态电流作用电缆总的升温。电缆的温升可以按照 LV 112-3 标准计算确定。

表 1 温度

ISO 6722 等级	温度等级	长期工作温度 (3000 h) T _u °C 到 T _o °C	短期温度 (240 h) (T _o + 25) °C	热过载温度 (6 h) (T _o + 50) °C
A	T85	-40 到 85	110 ± 2	135 ± 3
B	T100	-40 到 100	125 ± 3	150 ± 3
B (105)	T105	-40 到 105	130 ± 3	155 ± 3
C	T125	-40 到 125	150 ± 3	175 ± 3
D	T150	-40 到 150	175 ± 3	200 ± 3
E	T175	-40 到 175	200 ± 3	225 ± 3
E(180)	T180	-40 到 180	205 ± 3	230 ± 4
F	T200	-40 到 200	225 ± 4	250 ± 4
G	T225	-40 到 225	250 ± 4	275 ± 4
H	T250	-40 到 250	275 ± 4	300 ± 4
	Txyz	-40 到 xyz	xyz + 25	xyz + 50

在特殊情况下Txyz允许作为T135中间温度的温度等级分类。

6 标志和交货要求

6.1 包装标签

包装标签必须符合 VDA 第 6 卷第 1 部分，且经供需双方协商确认。

6.2 电缆供应商识别

在芯线或护套上有一个印刷或压花的制造商的身份标识。或者，可以使用示踪物。对于导线的横截面积≥2.5 mm²的的护套电缆也必须用颜色标识如下：

闪电 (图标) - 注意高电压最大 600V AC/DC ISO 6722 - 闪电 (图标)

选择合适字号的字符和颜色以方便阅读。之间无印刷文本的距离不得超过200mm。
注意印刷/标记也可能出现在包装上

6.3 颜色编码

外护套使用橙色，接近RAL2003颜色。为了区别在电气系统的几个高压电缆允许使用色条。这些都必须纳入绝缘以不能消除。

首选的色条颜色如下：

表：色条推荐的颜色

颜色	红	棕	蓝	绿	紫
应用	DC “+”	DC “—”	AC “L1”	AC “L2”	AC “L3”
举例	牵引线		3相线		

1-芯护套电缆芯线的绝缘可能是天然本色。

多芯护套电缆中间层可能是天然本色。

多芯护套电缆的芯线绝缘的颜色推荐如下：

	绿/黄 (红)	棕	蓝	黑	灰
5芯	X	X	X	X	X
4芯	X	X	X	X	/
3芯	X	X	X	/	/
2芯	X	X	/	/	/

根据需要允许使用其它颜色代码

6.4 交货规则

不遵守交货规则，货物将退回供应商。

6.4.1 目视检查

绝缘（单个芯线和护层）不得含有任何疙瘩，裂纹，气泡和杂质。电线绝缘层必须可以在商业剥离机械上不留任何残留物去除。护套可以在用常规剥离手段不破坏单芯绝缘和屏蔽无残留去除。

6.4.2 绝缘和护套的绝缘缺陷测试

绝缘缺陷检查按LV112-1的6.4.2节。

外护套绝缘缺陷检查按LV212-1的6.4.2节。

这些测试作为生产的一部分，在线心和护套挤出和收线前进行。在护套挤出或之后的收线应确保电缆的屏蔽以适当的方式接地，以确保火花机正常工作。火花测试仪的测试电压列于下表。

表 测试电压

导体截面 mm ²	绝缘测试电压 kV	护套测试电压 kV
< 0.5	6	8
≥ 0.5	8	8

缺陷符合 6.4.3.1条。

6.4.3 包装单位

包装量由供需双方协商。

6.4.3.1 长度，接头，短段

预定的长度在特殊情况下可以由短段组成，短段的长度应被单独标记。

—每个长度接头不得超过该电缆的直径和加工过程中不中断。

—接头和缺陷应在30mm到100mm远去掉绝缘作为标记。

—每个包装单位（如每圈）最大允许1个接头。

管理和护套制造商之间不同的协定是允许的。在这情况下，汽车制造商应相应通知要求。

6.4.3.2 标识和交付

每容器标签应放在适当位置，使他们在托盘包装状态下始终在可见范围。

确保可追溯性。

标志：

—按照第4章的产品说明

—制造商

—制造商编号

—制造日期

—混合物编码（可选）

—电缆长度

—缺陷和接头的位置

7 一般试验

7.1 试验矩阵

章节号	测试项目	认可检验		场所 检验	材料 变更	再鉴 定检 验	过程 检验
		A1	A2 B2 C2				
	测试范围			B1	C1	D	E
6.4.2	绝缘缺陷检查						X
	电缆结构检查						
8.1	电缆成品结构检查	X	X	X	X	X	X
8.1.1	椭圆度	X	X	X	X	X	X
8.2	护套物理和化学特性						
8.2.1	密度 ¹⁾	X			X	X	
8.2.2	粘度测定	X			X		
8.2.3	热重分析 (TGA) ¹⁾	X			X		
8.2.4	差热分析 (DSC) ¹⁾	X			X		
8.2.5	热稳定性	X	X	X	X	X	
8.2.6	红外光谱测定	X	X	X	X	X	
8.2.7	抗张强度/断裂伸长率	X	X	X	X	X	
8.2.8	撕裂强度	X		X	X	X	
8.2.9	交联度测定	X	X	X	X	X	X
8.2.10	显微硬度 ¹⁾	X			X		
8.3	交货装状态的机械性能						

8.3.1	护套剥离力	X	X	X	X	X	X
8.3.2	护套耐磨性	X	X	X	X	X	
8.3.1	耐弯曲	X	X	X	X		
8.3.1	滑动	X	X	X	X		
8.3.5	护套电缆的弯曲力	X	X	X	X		
8.3.6	护套绝缘的缺口强度	X	X				
8.4	护套电缆耐燃烧	X	X		X	X	
8.5	电气性能						
8.5.1	护套材料的体积电阻率	X	X		X	X	
8.5.2	30 分钟耐电压	X	X		X	X	
8.5.3	1分钟耐电压测量 (老化后)	X	X	X	X	X	
8.6	机械, 热或化学作用后的机械和电性能						
8.6.1	应力测试 ³⁾	X		X	X		X
8.6.2	护套热收缩	X	X	X	X	X	X
8.6.3	护套耐热压	X	X	X	X	X	
8.6.4	降额曲线	X	X				
8.6.6	热过载	X			X		
8.6.6	短期老化 (240 h)	X	X	X	X	X	
8.6.6.1	短期老化 (240 h) 后卷绕试验	X	X	X	X	X	
8.6.6.2	短期老化(240 h) 后 红外光谱测试	X	X	X	X	X	
8.6.6.3	短期老化 (240 h) 后抗张强度和断裂伸长率测定	X	X	X	X	X	
8.6.7	长期老化 (3 000 h)	X					
8.6.7.1	长期老化 (3 000 h) 后卷绕试验	X					
8.6.7.2	长期老化 (3 000 h) 后红外光谱测定	X					
8.6.7.3	长期老化 (3 000 h) 后抗张强度和断裂伸长率测定	X					
8.6.7.4	静态安装允许最小半径	X					
8.6.8	低温卷绕试验 (-40 °C)	X	X				
8.6.9	低温冲击试验(-15 °C)	X	X				
8.6.10	电缆抗擦拭	X		X			
8.6.11	水中电特性	X					
8.6.12	恒定湿热 (水解试验)	X					
8.6.13	耐臭氧 ¹⁾	X					
8.7	霉菌试验	X					
8.8	兼容性测试						
8.8.1	ISO 6722的耐介质 ¹⁾	X					

8.8.2	耐化学品和绕包胶带	X					
8.8.3	线束组件兼容性	X					
9	高频特性						
9.1.1	平均阻抗	A	A	A	A	A	
9.1.2	转移阻抗	A. K. L. F1. F2	A	A	A	A	
9.1.3.1	弯曲试验和循环扭转试验						
10	LV 216-2 高压电缆专门的试验						
10.1	静态安装的允许最小弯曲半径	A					
10.2	+150 °C 绝缘电阻	A	A	A	A	A	
1) 该试验只在每种混合物的最大截面上进行。							
2) 该证明必须电缆供应商提供							

A 在交货状态测试

K 短期老化 240 h 后测试

L 长期老化3 000 h 后测试

F1 根据 LV 213-1. 10.8.10条恒定湿热3000h前后测试

F2 根据 LV 213-1水中之前，期间和之后检测

B 耐弯曲

B1 弯曲状态高频测量 (8.6.7.4)

记录：

测试记录A， B和C发送给客户。

D和E， 要求在电缆制造商归档， 除非要求需要发送给客户。

测试范围 A1/A2:

主制造地点的测试。包括

—新电缆或

—已知电缆采用新的混合物。

对于化合物配方小的变化必须向开发部门说明。

B 到 E 测试要求在 A1 之前通过测试。

测试范围 B1/B2:

同一个混合物， 同一个电缆制造商不同地点。

测试范围 C1/C2:

混合物组成不变而

—相同的化学物质其它的分包商或

—混合物更改供货商渠道。

测试范围 D:

周期至少每5年。

测试范围 E:

推荐的过程测试 (例如按批或在线测试)

—供应商负责该过程的安全。

7.2 处理

见 LV 112-1.

7.3 试样

见 LV 112-1.

7.4 数值修约

见 LV 112-1.

8 试验

除非另有规定，一般情况下图纸和标准的要求不一致时图纸具有约束力。除了按照 7.1 的测试矩阵，图纸上的所有要求都要检验。

8.1 电缆结构检查

测试方法：见 LV 112-1. LV 112-2. LV 212-1. LV 213-1. LV 213-2

此外，编织屏蔽的电阻按 IEC 61196-1-101 确定。

尺寸：根据所附表格和图纸上的项目。

对于多芯护套电缆结构检查允许使用必要的工具（如带，片，线，折板等）。

8.1.1 椭圆度

见 LV 212-1

要求值：按 LV 212-1.

偏差可以使用 OEM 开发部门新的值。

8.2 护套物理和化学性能

以下的测试内容有助于明确该电缆，测试结果要作为具体电缆样品的附件附于试验报告上。

见 LV 112-1

8.2.1 密度

见 LV 112-1

8.2.2 粘度测定

见 LV 112-1

8.2.3 热重分析 (TGA)

见 LV 112-1

8.2.4 差热分析 (DSC)

见 LV 112-1

8.2.5 热稳定性

见 LV 112-1

8.2.6 红外光谱测定

见 LV 112-1

8.2.7 抗张强度和伸长率的测定

见 LV 112-1

8.2.8 撕裂强度

见 LV 112-1

8.2.9 交联度测定

见 LV 112-1

8.2.10 显微硬度

见 LV 112-1

8.3 交货状态的机械性能

电缆应结构完善，妥善加工，绝缘不应有气泡、裂纹、疙瘩和夹杂物。

8.3.1 护套剥离力

测试方法：见 LV 212-1。

要求：符合样品。如果有必要，供应商与客户的商定相关数值。

8.3.2 护套的耐磨性

见 LV 212-1.

循环次数：符合样品，至少有1500次

OEM开发部门可以同意不同的周期数

8.3.3 耐弯曲

测试方法：见 LV 212-1.

循环次数：LV213-1（100次在室温，10次在 Tu）。然后测量高频。

重量：5N/mm² 导体而最大 80 N。

弯曲半径：LV213-2（R =12 × 电缆直径）。

8.3.4 护套滑动性

见 LV 212-1.

8.3.5 护套电缆的弯曲力

测试方法：LV 212-1.

弯曲力：符合样品

8.3.6 护套绝缘的缺口强度

测试方法：见 LV 112-1。测试直到钢丝和屏蔽/薄膜产生电气接触终止。

缺口强度要求：符合样品

8.4 护套耐燃烧

见 LV 212-1.

8.5 电气性能

8.5.1 绝缘和护套的体积电阻率

见 LV 112-1. LV 212-1.

体积电阻率最小 10¹³Ω mm.

8.5.2 30分钟耐压

测试方法和要求见：见 LV 112-1. LV 212-1

遵守ISO6722 600V电缆的额外要求。

8.5.3 1分钟介电强度 (老化后)

测试方法：见 LV 212-1

8.6 机械，热或化学作用后的机械和电性能

8.6.1 应力测试

单芯的测试方法：见 LV 112-1

8.6.2 护套热收缩

测试方法：见 LV 212-1

8.6.3 护套耐热压

测试方法：见 LV 212-1

8.6.4 降额曲线的测定

测试方法：见 LV 112-3 ， LV112-3 附件，对屏蔽护套电缆的补充测试

8.6.5 热过载

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.6 短期老化 (240 h)

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.6.1 短期老化后卷绕

测试方法和要求见：见 LV 212-1

8.6.6.2 短期老化后的红外光谱确定

测试方法和要求：见 LV 112-1

8.6.6.3 短期老化后的抗张强度和断裂伸长率

测试方法和要求：见 LV 112-1

8.6.7 长期老化 (3 000 h)

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.7.1 长期老化后卷绕

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.7.2 长期老化后红外光谱确定

测试方法和要求：见 LV 112-1

8.6.7.3 长期老化后抗张强度和断裂伸长率

测试方法和要求：见 LV 112-1

8.6.7.4 静态敷设的最小弯曲半径

考虑中

测试方法和要求：弯曲半径: 90°; 180° (也见图纸) 建议由供应商审核。

备注：

—定义铰链连接器补偿的条件。

—定义半径到弯曲半径距离。

— $2 \times AD$ 弯曲半径，伸长到20%

—绝缘和屏蔽材料。

8.6.8 低温卷绕试验(-40 °C)

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.9 低温冲击试验 (-15 °C)

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.10 电缆抗擦拭- (护套标记)

测试方法和要求：见 LV 212-1

8.6.11 水中电特性

测试方法和要求见：标准 LV 212-1 和LV 213-1

8.6.12 恒定湿热

测试方法和要求：LV 212-1

8.6.13 耐臭氧

测试方法和要求：LV 212-1

8.7 霉菌试验

测试方法和要求：LV 212-1

8.8 与其它电缆附件组件的兼容性测试

可用于现有的所用电线绝缘和护套材料认可测试。

8.8.1 根据 ISO 6722的耐介质

测试方法和要求 LV 212-1

8.8.2 耐化学品和绕包胶带

测试方法和要求 LV 112-1 对于截面积 $\geq 4.00 \text{ mm}^2$

8.8.3 耐电缆附加组件

测试方法和要求 LV 112-1 对于截面积 $> 6.00 \text{ mm}^2$

考虑中

电缆线束组件待定

9 根据 LV 213-1的测试

9.1 高频测试

9.1.1 电容/电感

考虑中

- 测量描述

插入数据表可以看到各自的制造商的实际能力值和典型值。

9.1.2 平均阻抗

根据 DIN EN 50289-1-11.通过测试电容和延迟时间来确定平均阻抗

9.1.3 转移电阻

依据VG95214-11:1997-01在10 kHz到1 GHz的频率范围测试。评估结果到500MHz, >500 MHz范围用于收集数据。

试样的耦合长度为500 mm。样品到终端连接器的总长度为1 000±100mm的。使用一个合适的插头（例如，N-连接器）。

高频使用的的终端电阻值应该接近9.1.1的值。

终端电阻必须在整个高频范围适用。

注意:

使用无碳膜和无螺旋（丝）电阻。回顾在适当情况下，总之由N-连接器和反射测量网络分析仪（NWA）组成。

可以通过对种金属层或贴片的并行连接改进反射系数。

测量装置和耦合线:

该安装程序，围绕整个圆周的夹具底座（最好是黄铜）和一个平面（见如图）以确保可靠连接。重要的是要注意不损坏屏蔽。

整个安装是孤立进行（不使用地面）。仅由NWA提供参考地。重要的是要确周围保没有任何金属物体（最小距离：20 cm）。



接触孔填充额外的编织（中心）（左）被允许作为一种临时解决办法。

关闭夹具的电缆屏蔽（右）全面接触。使用一个适当的接触块是标准的解决方案。这两者之间的终端电阻不能超过屏蔽相对于夹紧测试长度测得的电阻10%以上。

要确保在测量过程中的耦合性质不能变化。这些措施包括，特别是馈线必须是固定的，这样就保持测试电缆全长直接接触。

电缆耦合系数必须在任何时候比0.1小。这必须是反射测量和随后的FFT（时域函数，TDR）中记录。只有频率范围有关，在后来还测量。

根据测定，在同一个发射器和50 Ω系统阻抗接收器。无法执行纠正不匹配的。这意

意味着，NWA可能不能使用专门的匹配电路或端口的Z-转换。

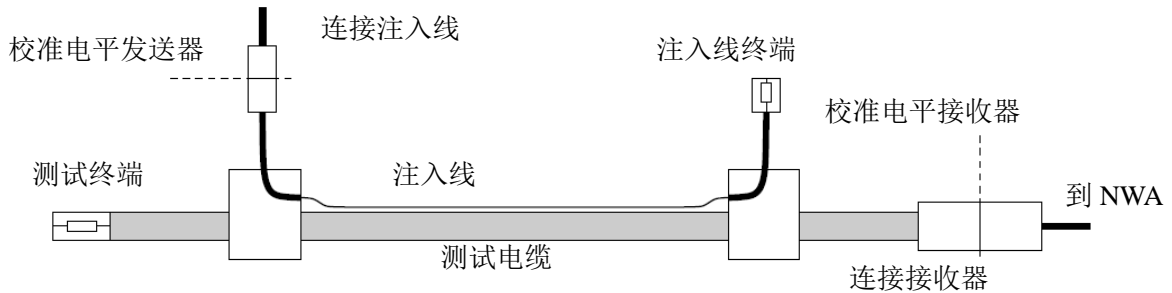
(应避免测量结果对结构的匹配或转换换算取决于各种NWA设备制造商。)

测量:

测量是由于在“远端”置更高的截止频率。

有三个样本测量。该样本是每旋转 120°，重复测量，以便使每个样本在三个不同位置范围进行三种测量。

按下图进行网络分析仪的校准:



作为校准程序必须是执行“OSL”（开短路）和“通过”（使用）。

评价:

用转移阻抗图 (Z_T) 给出。该转换是根据在VG95214-11:1997-01第5.2.3条的公式:

$$Z_T = \frac{2}{l} \cdot \sqrt{R_0 \cdot R_3} \cdot 10^{-\left(\frac{A_T}{20}\right)}$$

其中

Z_T 转移阻抗 Ω/m

l 样本的耦合长度

R_0 注入线路的终端 (50Ω)

R_3 接收电路中的终端 (50Ω)

A_T 网络分析仪的测量电平或测量接收器和信号发生器之间的电压比, dB。

所使用的值根据公式处理。

在评价和衡量考虑馈电缆衰减。

如果低频转移阻抗超过屏蔽电阻的10% (8.1条), 测量必须检查和重复。在屏蔽电阻 $< 4 m\Omega/m$, 与OEM部门协商偏差可以超过10%。

结果:

每个测试报告通过了所有三个测量图上给出。

注入线电阻和反射系数 (时域) 应当记录在报告中。

极限曲线:

考虑中

曲线是不可缺少的。

在上面的频率范围所有电缆统一限值 (目前, $31 m\Omega/m$ 或者需要70dB)。偏差可与OEM机构商定。取决于该电缆或屏蔽结构下限频率范围。

在较低的频率范围 (到 2 MHz) 没有定义要求。目前正在讨论值低于 $10 m\Omega/m$ 。

9.1.4 屏蔽衰减

不是衡量屏蔽层本身。在下面的表2中显示的是转移阻抗和屏蔽衰减之间的相关性。这些值应该被视为仅作为指导方针。

表 2 转移阻抗 / 屏蔽衰减

转移阻抗 (Z_T) m Ω /m	屏蔽衰减 (a_s) dB
10	80
31	70
100	60
310	50
1 000	40

值之间可以使用下列公式转换：

$$\frac{Z_T}{m\Omega/m} = 10^5 \cdot 10^{-\left(\frac{a_s/dB}{20}\right)} \quad \text{bzw.} \quad \frac{a_s}{dB} = 100 \text{ dB} - 20 \log \frac{Z_T}{m\Omega/m}$$

该频率范围屏蔽上的屏蔽效应是通过测量转移阻抗评估。较低的频率范围直接由耦合电阻进行评估。

9.1.4.1 高性能电缆弯曲试验及扭转动态变化试验

考虑中

见 LV 213-1 的10.5.3 条

弯曲和扭转动态这个检查项目是为未来开发的电缆预留的试验。该产品的著名的例子是用于电气连接轴侧使用电子仪器（轮毂电机）中。

10 按照LV 216-2高压电缆的专门试验

10.1 静态安装的最小允许弯曲半径

考虑中

备注：

- 建议电缆制造商进行
- 结合LV 112-1 3000h 老化
- 定义弯曲半径等级 $2 \times AD / 4 \times AD / 8 \times AD$
- 作为一种弯曲半径功能也考虑EMC变化

见8.7.6.4检查项目

10.2 到 $T_0+50^\circ\text{C}$ 的绝缘电阻

考虑中

需要收集测量值数据，以便决定此测试是否可以包括在LV216-2。

备注：

—需要在电缆制造商内部进行测量。电缆结构尺寸必须考虑，因为电阻取决于被检查的的绝缘表面。

—测试的描述是基于电缆厂家的提交的报告。

11 参考文献

- DIN 72551-7 道路车辆 – 低压电线 – 第7部分：电压电线的颜色和颜色代码
- DIN 76722 道路车辆；低压电线；型号-缩写
- DIN EN 13602 铜和铜合金 – 用于制造电导体的拉制圆铜线
- DIN EN 50289-1-11 通信电缆-试验方法规范-第1-11部分：电气试验，阻抗，输入阻

	抗, 回波损耗
IEC 61196-1-101	同轴通信电缆 – 第1-101部分: 电气试验方法-电缆导体直流电阻测试
ISO 6722	道路车辆 - 60 V 和 600 V单芯电缆- 尺寸, 试验方法和要求
LV 112-1	机动车辆用电线; 铜芯, 单芯, 非屏蔽
LV 112-2	机动车辆用电线; 铝芯, 单芯, 非屏蔽
LV 112-3	汽车电线载流量的确定
LV 122	扭绞线
LV 212-1	机动车辆用护套电缆, 要求和试验
LV 213-1	机动车辆用高频电缆, 同轴电缆
LV 213-2	机动车辆用高频电缆, 除同轴以外的电缆

附录 A (资料)

A.1 高压屏蔽单芯电缆—铜芯 A/B 型

表 A.1 A 型对称 / B 型不对称导体

导线截面	单丝 ⁴⁾		导体					芯线				屏蔽					护套							
	单丝根数 ³⁾	单丝直径	直径 d1	截面 ¹⁾		20℃电阻		直径 d2		绝缘壁厚 S1	同心度 K ²⁾	铝箔 ⁵⁾ 重叠率	镀锡铜编织			铝箔 ⁵⁾ 重叠率	直径 d3		厚度 S2	同心度 K ²⁾				
						裸铜丝							视觉 覆盖率	20℃电阻	单丝 直径									
mm ² 标称		mm 最大	mm 最大	mm ² 最大	mm ² 最小	mΩ/m 最大	mΩ/m 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	% 最小	% 最小	mΩ/m 最大		% 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小				
1.5	19 30	0.32 0.26	1.7	1.46	1.35	12.7	11.7	2.4	-0.2	0.24	45	20	85	待定	0.11	20	4.0	-0.5	0.38	45				
2.5	19 50	0.41 0.26	2.2	2.44	2.25	7.6	7.0	3.0	-0.3	0.28				待定										
4	56	0.31	2.8	3.96	3.64	4.7	4.3	3.7		0.32				待定										
6	84		3.4	6.00	5.51	3.1	2.9	4.3	0.48	待定														
10	80	0.41	4.5	10.2	9.39	1.82	1.67	6.0	-0.6	0.48				待定	0.16			8.8	20		11.0	-0.6	0.75	45
12	96		5.4	12.3	11.3	1.52	1.40	6.5		0.52				待定										
16	126		5.8	16.0	14.7	1.16	1.07	7.2		0.64				待定										
20	152		6.9	19.5	18.0	0.955	0.879	7.8		0.71				待定										
25	196		7.2	25.0	23.0	0.743	0.683	8.8	-0.7	0.64				待定	0.21			12.2	20		13.4	-0.8	1.16	45
30	224		8.3	28.8	26.5	0.647	0.595	9.6		0.71				待定										
35	276		8.5	35.3	32.4	0.527	0.484	10.5		1.2				待定										
40	308		0.51	9.6	39.4	36.3	0.473	0.435	11.1	-1.5				0.71	待定			0.21	15.0		20	15.8	-1.0	1.16
50	396	10.5		50.5	46.5	0.368	0.338	12.2	1.2					待定										
70	360	12.5		71.7	66.0	0.259	0.238	15.5	1.2					待定										
95	475	14.8		94.8	87.2	0.196	0.180	18.0	1.28					待定										
120	608	16.5	121	112	0.153	0.140	19.7	-1.8	1.28	待定														

- 1) 用特定的电导率计算, 58.5 Sm/mm² (镀锡导体按DIN EN 13602), 通过测量电阻控制质量。
- 2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$, S_{max} 和 S_{min} 不是必然正对。S_{min}: 最小厚度; S_{max}: 最大厚度。
- 3) 单丝数量允许有微小浮动 (±5%), 只要满足电阻和最大导体直径。
- 4) 经开发部门和供应商约定, 其他单丝直径和根数也可使用。
- 5) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。

A.2 高压屏蔽单芯电缆—铜芯/柔软 B 型

表 A.2 导体不对称束绞/柔软 B 型

导线截面	单丝 ⁴⁾		导体					芯线			屏蔽					护套				
	单丝根数 ³⁾	单丝直径	直径 d1	截面 ¹⁾		20℃电阻		直径 d2		绝缘壁厚 S1	同心度 K ²⁾	铝箔 ⁵⁾	镀锡铜编织			铝箔 ⁵⁾	直径 d3		厚度 S2	同心度 K ²⁾
						裸铜丝							重叠率	视觉覆盖率	20℃电阻					
mm ² 标称	根	mm 最大	mm 最大	mm ² 最大	mm ² 最小	mΩ/m 最大	mΩ/m 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	% 最小	% 最小	mΩ/m 最大	mm 最大	% 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小
4	120	0.21	2.8	3.96	3.64	4.7	4.3	3.7	-0.3	0.32	45	20	85	待定	0.16	20	5.8	-0.5	0.38	45
6	183		3.4	6.00	5.51	3.1	2.9	4.3						4.3			待定		8.5	
10	320		4.5	10.2	9.39	1.82	1.67	6.0	0.48	待定				8.8			0.7			
12	380		5.4	12.3	11.3	1.52	1.40	6.5		待定				9.5						
16	512		5.8	16.0	14.7	1.16	1.07	7.2	-0.6	0.52				10.2						
20	610		6.9	19.5	18.0	0.955	0.879	7.8		待定				11.0			-0.6	0.75		
25	790		7.2	25.0	23.0	0.743	0.683	8.8	0.64	12.2				0.8						
30	900		8.3	28.8	26.5	0.647	0.595	9.6		待定							13.4			
35	1.090		8.5	35.3	32.4	0.527	0.484	10.5	-0.7	0.71				14.4						
40	1200		9.5	39.4	36.3	0.473	0.435	11.1		待定				15.8						
50	1.600		10.5	50.5	46.5	0.368	0.338	12.2	1.2	20.0				-0.8						
70	2.175		12.5	71.7	66.0	0.259	0.238	15.5		-1.5							22.5	1.16		
95	3.000		14.8	94.8	87.2	0.196	0.180	18.0	-1.8	1.28				23.5						
120	3.700		16.5	121	112	0.153	0.140	19.7		1.28				23.5						

- 1) 用特定的电导率计算，58.5 Sm/mm² (镀锡导体按DIN EN 13602)，通过测量电阻控制质量。
- 2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$ ， S_{max} 和 s_{min} 不是必然正对。 S_{min} : 最小厚度; S_{max} : 最大厚度。
- 3) 单丝数量允许有微小浮动 ($\pm 5\%$)，只要满足电阻和最大导体直径。
- 4) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。
- 5) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。

A.3 高压单芯屏蔽电缆 – 铜芯束绞/柔软 B 型 / 2010以前现有电缆产品文件

表 A.3 导体不对称束绞/柔软 B 型

导线截面	单丝 ⁴⁾		导体					芯线			屏蔽					护套				
	单丝根数 ³⁾	单丝直径	直径 d1	截面 ¹⁾		20℃电阻		直径 d2		绝缘壁厚 S1	同心度 K ²⁾	铝箔 ⁵⁾	镀锡铜编织			铝箔 ⁵⁾	直径 d3		厚度 S2	同心度 K ²⁾
						重叠率	视觉覆盖率					20℃电阻	单丝直径	重叠率						
mm ² 标称	mm 最大	mm 最大	mm ² 最大	mm ² 最小	m Ω/m 最大	m Ω/m 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	% 最小	% 最小	m Ω/m 最大	mm 最大	% 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	
16	500	0.21	6.3	16.0	14.7	1.160	1.067	7.0	-0.5	0.52	45	/	85	0.16	20	10.0	-0.6	0.8	45	
25	790		7.8	25.0	23.0	0.743	0.683	8.8	-0.6	0.64		/				12.0		0.8		
35	1.090		9.0	35.3	32.4	0.527	0.484	10.5	-0.7	0.8		/				14.85		1.1		
50	1.600		10.5	39.4	36.3	0.473	0.435	12.2	-0.7	0.8		/				15.2		0.8		
50	1.600		10.5	50.5	46.5	0.368	0.338	13.5	-1.5	1.2		/				17.0	-0.8	1.2		
70	2.175		12.5	71.7	66.0	0.259	0.238	15.5	-1.5	1.2		/				20.0	1.36			
95	3.000		14.8	94.80	87.21	0.196	0.180	18.0	-1.8	1.2		/				21.5	1.36			
120	3.700		16.5	121.4	111.7	0.153	0.140	19.7	-1.8	1.28		/				23.5	-1.0	1.36		

1) 用特定的电导率计算，58.5 Sm/mm² (镀锡导体按DIN EN 13602)，通过测量电阻控制质量。

2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$ ，S_{max} 和s_{min} 不是必然正对。S_{min}: 最小厚度; S_{max}: 最大厚度。

3) 单丝数量允许有微小浮动 (± 5 %)，只要满足电阻和最大导体直径。

4) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

5) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。

A.4 高压单芯屏蔽电缆 – 铝芯 B 型

表 A.4 导体不对称 B 型

导线截面	单丝 ⁴⁾		导体					芯线			屏蔽					护套					
	单丝根数 ³⁾	单丝直径	直径 d1	截面 ¹⁾		20℃电阻		直径 d2		绝缘壁厚 S1	同心度 K ²⁾	铝箔 ⁵⁾ 重叠率	镀锡铜编织			铝箔 ⁵⁾ 重叠率	直径 d3		厚度 S2	同心度 K ²⁾	
						裸铜丝							视觉覆盖率	20℃电阻	单丝直径						
mm ² 标称	mm 最大	mm 最大	mm 最大	mm ² 最小	mm ² 最大	mΩ/m 最小	mΩ/m 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	% 最小	% 最小	mΩ/m 最大	mm 最大	% 最小	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	
10	50	0.51	4.5	10.2	9.39	1.82	1.67	6.0	-0.6	0.48	45	20	85	待定	0.16	20	-0.6	0.7	45	8.8	
12	60		5.4	12.3	11.3	1.52	1.40	6.5						待定							9.5
16	78		5.8	16.0	14.7	1.16	1.07	7.2						0.52							10.2
20	95		6.9	19.5	18.0	0.955	0.879	7.8	-0.7	0.64	待定	11.0									
25	122		7.2	25.0	23.0	0.743	0.683	8.8			0.21	12.2									
30	141		8.3	28.8	26.5	0.647	0.595	9.6			0.21	13.4									
35	172		8.5	35.3	32.4	0.527	0.484	10.5	0.71	0.21	14.4										
40	193		9.6	39.4	36.3	0.473	0.435	11.1		0.21	15.0										
50	247		10.5	50.5	46.5	0.368	0.338	12.2		0.21	15.8										

- 1) 用特定的电导率计算，35.0 Sm/mm²，通过剪短法或常规电阻测量电阻控制质量。
- 2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$ ，S_{max} 和 S_{min} 不是必然正对。S_{min}: 最小厚度; S_{max}: 最大厚度。
- 3) 单丝数量允许有微小浮动 (± 5%)，只要满足电阻和最大导体直径。
- 4) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。
- 5) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。
- 注：标称截面负荷对应铜的折算率截面取整。

A.5 高压多芯屏蔽电缆 – 铜芯 A/B型

表 A.5 对称导体A 型 / 不对称 B 型

导体 ³⁾						芯线			内护层		屏蔽						外护层					
根数	导体截面	单丝根数	单丝直径	导体直径 d1	单芯裸电线20℃电阻 ¹⁾	绝缘直径 d2		绝缘厚度 S2	同心度	直径 d3		厚度 S3	镀锡铜编织			直径 d4	铝箔	直径 d5		厚度 S	同心度 K ²⁾	
						覆盖	率			20℃电阻	单丝直径		重叠率	最大	偏差			最大	偏差			最大
	mm ² 标称		mm 最大	mm 最大	mΩ/m 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	mm 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小	mΩ/m 最小	mm 最大	mm 最大	mm 偏差	% 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小
2 x	1.0	19	0.32	1.7	13.2	2.4	-0.3	0.22	45	5.8	-0.4	0.38	85	待定.	0.16	6.5	-0.4	20	8.5	-0.6	0.76	45
3 x										6.2				6.9		9.1						
4 x										6.8				7.5		9.7						
5 x										7.4				8.1		10.3						
2 x	1.5	19	0.38	2.0	9.7	2.8	-0.3	0.24	45	6.7	-0.4	0.38	85	待定.	0.16	7.4	-0.4	20	9.7	-0.6	0.76	45
3 x										7.1				7.8		10.1						
4 x										7.8				8.5		10.8						
5 x										8.6				9.3		11.8						
2 x	2.5	19	0.41	2.2	7.8	3.0	-0.3	0.24	45	6.9	-0.4	0.38	85	待定.	0.16	7.6	-0.4	20	9.9	-0.6	0.76	45
3 x										7.4				8.1		10.4						
4 x										8.1				8.8		11.1						
5 x										8.9				9.6		12.1						
2 x	3.0	19	0.47	2.4	6.3	3.4	-0.3	0.28	45	7.9	-0.4	0.38	85	待定.	0.16	8.6	-0.4	20	10.9	-0.6	0.76	45
3 x										8.4				9.1		11.6						
4 x										9.3				10.0		12.6						
5 x										10.4	-0.5			0.21		11.3			-0.5	13.9	0.9	

1) 根据LV112-1和相应的附加系数计算，包括根据标准LV122和LV212的绞合系数，拉伸系数；质量通过测量电阻控制

2) K [%] = (Smin/Smax)*100, Smax 和smin 不是必然正对。Smin: 最小厚度; Smax: 最大厚度。

3) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

A.5.1 高压多芯屏蔽电缆 -铜芯 B 型

A 5.1 导体不对称 B 型

导体 ³⁾						芯线			内护层			屏蔽						外护层				
根数	导体截面	单丝根数	单丝直径	导体直径 d1	单芯裸电线 20℃ 电阻 ¹⁾	绝缘直径 d2		绝缘厚度 S2	同心度 K ²⁾	绝缘直径 d3		绝缘厚度 S3	镀锡铜编织			直径 d4	铝箔重叠率	直径 d5		厚度 S5	同心度 K ²⁾	
						最大	偏差			最大	偏差		mm	mm	mm			mm	mm			mm
	mm ² 标称		mm 最大	mm 最大	mΩ/m 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	mm 最大	mm 最大	mm 偏差	mm	% 最小	mΩ/m 最小	mm 最大	mm 最大	mm 偏差	% 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.8	3.7	-0.3	0.28	45	8.3	-0.4	0.38	85	待定.	0.16	9.0	-0.4	20	11.3	-0.6	0.76	45
3 x										8.9				9.6		12.1						
4 x										9.8				10.7		13.3						
5 x										11.0				11.9		14.5						
2 x	5.0	70	0.31	3.1	4.0	4.2	-0.3	0.28	45	9.6	-0.5	0.38	85	待定.	0.21	10.3	-0.5	20	12.7	-0.6	0.82	45
3 x										11.3				11.2		13.8						
4 x										11.4				12.3		14.5						
5 x										12.5				13.4		16.1						
2 x	6.0	84	0.31	3.4	3.2	4.3	-0.3	0.28	45	9.7	-0.5	0.38	85	待定.	0.21	10.4	-0.5	20	12.8	-0.6	0.82	45
3 x										10.5				11.4		14.1						
4 x										11.4				12.3		15.1						
5 x										12.6				13.5		16.3						

1) 根据LV112-1和相应的附加系数计算，包括根据标准LV122和LV212的绞合系数，拉伸系数；质量通过测量电阻控制

2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$, S_{max} 和 S_{min} 不是必然正对。Smin: 最小厚度; Smax: 最大厚度。

3) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

A.6 高压多芯屏蔽电缆 – 铜芯 A/B型

表 A.6 对称导体A 型 / 不对称 B 型

导体 ³⁾						芯线			屏蔽						外护层					
根数	导体截面	单丝根数	单丝直径	导体直径 d1	单芯裸电线20℃电阻 ¹⁾	绝缘直径 d2		绝缘厚度 S	同心度 K ²⁾	直径 d3		铝箔 ⁴⁾		镀锡铜编织		铝箔 ⁴⁾	直径 d3		厚度 S2	同心度 K ²⁾
						最大	偏差			最大	偏差	重叠率	覆盖率	20℃电阻	单丝直径		重叠率	最大		
	mm ² 标称		mm 最大	mm 最大	mΩ/m 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	mm 最大	mm 最大	mm 偏差	% 最小	% 最小	mΩ/m 最小	mm 最大	% 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小
2 x	1.0	19	0.32	1.7	13.2	2.4	-0.2	0.22	45			20	90	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.						
5 x														待定.						
2 x	1.5	19	0.38	2.0	9.7	2.8	-0.3	0.24	45			20	85	待定.	0.21	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.						
5 x														待定.						
2 x	2.5	19	0.41	2.2	7.8	3.0	-0.3	0.24	45			20	85	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.						
5 x														待定.						
2 x	3.0	19	0.47	2.4	6.3	3.4	-0.3	0.28	45			20	85	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.						
5 x														待定.	0.21					

1) 根据LV112-1和相应的附加系数计算，包括根据标准LV122和LV212的绞合系数，拉伸系数；质量通过测量电阻控制

2) $K[\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$ ， S_{max} 和 S_{min} 不是必然正对。 S_{min} : 最小厚度; S_{max} : 最大厚度。

3) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

4) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。

A.6.1 高压多芯屏蔽电缆 – 铜芯 B 型

A 6.1 导体不对称 B 型

导体 ³⁾						芯线				屏蔽						外护层				
根数	导体截面	单丝根数	单丝直径	导体直径 d1	单芯裸电线 20℃ 电阻 ¹⁾	绝缘直径 d2		绝缘厚度 S	同心度 K ²⁾	直径 d3		铝箔 ⁴⁾	镀锡铜编织			铝箔 ⁴⁾	直径 d4		厚度 S2	同心度 K ²⁾
						最小	偏差			最小	最大	最小	偏差	重叠率	覆盖率	20℃ 电阻	单丝直径	重叠率		
	mm ² 标称		mm 最大	mm 最大	mΩ/m 最大	mm 最小	mm 偏差	mm 最小	mm 最大	mm 最小	mm 偏差	% 最小	% 最小	mΩ/m 最小	mm 最大	% 最大	mm 最大	mm 偏差	mm 最小	% 最小
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.8	3.7	-0.3	0.28	45			20	90	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.	0.21					
5 x														待定.						
2 x	5.0	70	0.31	3.1	4.0	4.2	-0.3	0.28	45			20	85	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.	0.21					
5 x														待定.						
2 x	6.0	84	0.31	3.4	3.2	4.3	-0.3	0.28	45			20	85	待定.	0.16	20				45
3 x														待定.						
4 x														待定.	0.21					
5 x														待定.						

1) 根据LV112-1和相应的附加系数计算，包括根据标准LV122和LV212的绞合系数，拉伸系数；质量通过测量电阻控制

2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$ 。S_{max} 和S_{min} 不是必然正对。S_{min}: 最小厚度; S_{max}: 最大厚度。

3) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

4) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。

A.7 高压多芯屏蔽电缆 – 铜芯 B 型 / 2010 现有电缆产品文件

表 A.7 导体不对称 B 型

导体 ³⁾						芯线				内护层			屏蔽					外护层			
根数	导体截面	单丝根数	单丝直径	导体直径 d1	单芯裸电线 20℃ 电阻 ¹⁾	绝缘直径 d2		绝缘厚度 S	同心度 K ²⁾	直径 d3		厚度 S	铝箔 ⁴⁾	镀锡铜编织			铝箔 ⁴⁾	直径 d5		厚度 S	同心度 K ²⁾
						mΩ/m 最小	mm 最大			mm 最小	mm 最大		% 重叠率	% 覆盖率	mΩ/m 电阻	mm 单丝直径	% 重叠率	mm 最大	mm 偏差		
2 x	2.5	50	0.26	2.2	7.8	3.0	-0.3	0.24	45	/	/	/	/	90	待定.	0.16	20	8.7	-0.6	0.76	45
2 x	2.5	50	0.26	2.2	7.8	3.0	-0.3	0.24	45	/	/	/	20	85	待定.	0.16	/	8.3	± 0.2	0.8	45
2 x	2.5	50	0.26	2.2	7.8	3.0	-0.3	0.24	45	/	/	/	20	85	待定.	0.16	/	8.4	± 0.3	0.62	45
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.8	3.7	-0.3	0.28	45	/	/	/	/	90	待定.	0.16	20	10.4	-0.7	0.76	45
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.8	3.7	-0.3	0.28	45	/	/	/	20	85	待定.	0.16	/	10.1	± 0.2	0.9	45
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.8	3.7	-0.3	0.28	45	/	/	/	20	85	待定.	0.16	/	9.8	± 0.3	0.62	45
2 x	4.0	56	0.31	2.8	4.85	3.7	-0.3	0.32	45 45	/	/	/									
2 x	0.5	19	0.19	1.1	38.8	1.6	-0.2	0.22		4.0	±0.1	0.22	20	85	待定.	0.16	/	11.2	± 0.2	1.0	45
2 x	6.0	84	0.31	3.4	3.2	4.3	-0.3	0.28	45	/	/	/	/	90	待定.	0.16	20	12.0	-0.5	0.76	45
2 x	6.0	84	0.31	3.4	3.2	4.3	-0.3	0.28	45	/	/	/	20	85	待定.	0.21	/	12.0	± 0.2	1.0	45
2 x	6.0	84	0.31	3.4	3.2	4.3	-0.3	0.28	45	/	/	/	20	85	待定.	0.16	/	11.4	± 0.3	0.62	45
2 x	16	126	0.41	5.5	1.16	7.0	-0.5	0.52	45	/	/	/	/	85	待定.	0.21	20	16.9	-0.8	0.75	45
2 x	16	126	0.41	5.5	1.21	8.1	-0.8	0.9	45	/	/	/	20	85	待定.	0.21	/	19.6	± 0.4	1.3	45

1) 根据LV112和相应的附加系数计算，包括根据标准LV122和LV212的绞合系数，拉伸系数；质量通过测量电阻控制

2) $K [\%] = (S_{min}/S_{max}) * 100$, S_{max} 和 S_{min} 不是必然正对。 S_{min} : 最小厚度; S_{max} : 最大厚度。

3) 经开发部门和供应商约定，其他单丝直径和根数也可使用。

4) 铝箔可以选择在编织屏蔽内或外。